

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра інженерної екології

До захисту допущено
Завідувач кафедри

Ткачук К.К.

(підпис)

“ ”

2019 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності (спеціалізації) 6.040106 Екологія та охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування

(код та назва спеціальності)

на тему: Відбілювальний цех з модернізацією системи очистки стічних вод
целюлозно – паперового підприємства

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи ОЗ – 51
(шифр групи)

Науменко Дар'я Павлівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник доц., к.т.н., Гребенюк Т. В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант з охорони праці доц., к.т.н., Козлов С. С.

(назва розділу)

(вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Консультант з економіки доц., к.т.н., Тверда О. Я.

(назва розділу)

(вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент доц., к.т.н., Дубровська В.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листків	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ОЗ-51.2403.50.19	Пояснювальна записка	78	

				ОЗ-51.2403.50.19		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розроб.				Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.					1	1
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ІЕ Гр. ОЗ-51	
Н/контр.						
Зав. каф.						

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

на тему: «Відбілювальний цех з модернізацією системи очистки стічних вод
целюлозно-паперового підприємства

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”**

Факультет (інститут) Інститут енергозбереження та енергоменеджментуКафедра Кафедра інженерної екології

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Спеціальність (спеціалізація) 6.040106 Екологія та охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ткачук К. К.

(прізвище ініціали)

(підпис)

“ ” _____ 2019 p.

ЗАВДАННЯ на дипломний проект студенту

Науменко Дар'ї Павлівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Віділювальний цех з модернізацією системи очистки стічних вод целюлозно-паперового підприємства»

керівник проекту (роботи) доц., к.т.н., Гребенюк Т.В.

затверджені наказом по університету від “22” травня 2019 року № 1329-С

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 07.06.2019

3. Об'єкт дослідження: процес забруднення стічних вод целюлозно-паперового підприємства та від виробництва паперу

4. Предмет дослідження: показники забруднення стічних вод целюлозно-паперової фабрики

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: проаналізувати технологічний процес виробництва паперу на целюлозно-паперовому підприємстві, дослідити забруднюючі речовини, проаналізувати можливі методи очистки з метою удосконалення існуючої системи очистки на підприємстві

6. Перелік графічного матеріалу: розміщення ТОВ «ПКПФ – Україна», схема очищення стічних вод, знезалізувач Multifilters MF-325-AIR, фільтр ECOSOFT FPB 1665 СТ.

7. Орієнтовний перелік публікацій: Науменко Д. П., Гребенюк Т. В. Аналіз впливу целюлозно-паперової промисловості на стан водних об'єктів України. Енергетика. Екологія. Людина: наук.-практ. конф., Київ, 25 квітня 2018 р. Київ, 2018. С. 103–106; Naumenko D.P., Hrebeniuk T.V. Impact of the pulp and paper industry on the quality of water bodies in Ukraine. Science and technology of the XXI century: наук.-практ. конф., м. Київ, 29 листопада 2018 р. Київ, 2018. С. 23–25; Гребенюк Т. В., Броницький В. О., Науменко Д. П. Математичне моделювання перенесення марганцю у водному середовищі на прикладі річок Хомора і Случ. Екологічні науки. 2018. № 22. С. 88-100.

8. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
Нормоконтроль	Репін Микола Володимирович		
Економіка	Тверда Оксана Ярославівна		
Охорона праці	Козлов Сергій Степанович		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Характеристика підприємства целюлозно-паперового підприємства		
2.	Вплив технологічних процесів на навколишнє середовище		
3.	Удосконалення систем очистки стічних вод		
4.	Еколого-економічна ефективність запропонованих заходів		
5.	Охорона праці		

Студентка

(підпис)

Науменко Д.П.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Гребенюк Т.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки до дипломного проекту складає 78 сторінок. Кількість ілюстрацій – 21, кількість таблиць – 14, кількість джерел згідно з переліком посилань – 36 .

Об'єктом дослідження є процес забруднення є процес забруднення стічних вод целюлозно-паперового підприємства від виробництва паперу (картону).

Предмет дослідження – показники забруднення стічних вод целюлозно-паперової фабрики.

Метою дипломного проекту є удосконалення існуючої системи очистки стічних вод на ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна» із зниженням вмісту шкідливих речовин.

Результати дослідження: комбінація способів очищення промислових вод за допомогою очисної установки, що містить в собі знезалізувач.

Практичною цінністю є вибір сучасного обладнання для очищення стічних вод та їх комбінація, що дозволить зменшити кількість скидів шкідливих речовин у водний об'єкт.

Економічна ефективність: запропонована схема є екологічно та економічно доцільною.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ, МАКУЛАТУРА, ВІДБІЛЮВАЮТНИЙ ЦЕХ, МАРГАНЕЦЬ, ЗНЕЗАЛІЗУВАЧ.

					03-51.2403.50.19				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Науменко Д.П.			РЕФЕРАТ	Літ.		Арк.	Акрушіє
Перевір.		Гребенюк Т.В.						6	1
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ			
Н. Контр.		Репін М.В.							
Затверд.		Ткачук К.К.							

ABSTRACT

The volume of the explanatory note for the diploma project is 78 pages. The number of illustrations – 21, the number of tables – 14, the number of sources according to the list of links – 36.

The object of research is the process of pollution of the sewage of pulp and paper industry from the production of paper (cardboard).

Subject of research – indicators of pollution of the sewage of pulp and paper factory.

The purpose of the diploma project is to improve the existing system of the sewage treatment of Poninkivsky Cardboard and Paper Mill to reduce the content of harmful substances.

Results of the study: a combination of industrial water cleaning methods with a treatment plant containing irritant.

The practical value is the choice of modern sewage treatment equipment and their combination, which will reduce the amount of emissions into the water volume.

Economic efficiency: the proposed scheme is environmentally and economically feasible.

KEYWORDS: PULP AND PAPER INDUSTRY, WASTEPAPER, BLEACHING PLANT, MANGANESE, IRRITANT.

					03-51.2403.50.19						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Науменко Д.П.			ABSTRACT			Лім.	Арк.	Акрушіє	
Перевір.		Гребенюк Т.В.								7	1
Реценз.								КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ			
Н. Контр.		Репін М.В.									
Затверд.		Ткачук К.К.									

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	10
ВСТУП.....	11
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА.....	12
1.1 Загальні відомості про підприємство.....	12
1.2 Природно-кліматична характеристика району.....	14
1.3 Технологія виробництва продукції підприємства.....	16
1.3.1 Характеристика ресурсів виробництва.....	16
1.3.2 Характеристика продукції підприємства.....	17
Висновки до розділу 1.....	26
2 ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	27
2.1 Опис джерел забруднення	27
2.2 Аналіз впливу джерел забруднення.....	30
2.3 Аналіз перенесення марганцю у водному середовищі на прикладі річки Хомора.....	34
Висновки до розділу 2.....	41
3 УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД.....	42
3.1 Технологія очищення промислових стоків.....	42
3.2 Характеристика очисного обладнання.....	43
3.2.1 Фракціонатор.....	45
3.2.2 Аеротенк.....	46
3.2.3 Відстійники.....	48
3.2.4 Флотатор.....	49

					<i>03-51.2403.50.19</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ЗМІСТ</i>		
Розроб.		Науменко Д.П.					
Перевір.		Гребенюк Т.В.					
Реценз.							
Н. Контр.		Репін М.В.					
Затверд.		Ткачук К.К.					
					Літ.	Арк.	Акрушів
						8	2
					<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ</i>		

3.3	Модернізація системи очистки.....	51
3.3.1	Промисловий знезалізувач Multifiltres MF-325-AIR.....	52
3.3.2	Фільтр для видалення заліза і марганцю ECOSOFT FPB 1665 СТ.....	53
3.3.3	Порівняльна характеристика.....	54
	Висновки до розділу 3.....	55
4	ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ.....	56
4.1	Розрахунок екологічного податку.....	56
4.2	Еколого-економічна ефективність впровадження додаткового обладнання.....	58
	Висновки до розділу 4.....	61
5	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	62
5.1	Безпека і експлуатація електромеханічного обладнання.....	62
5.1.1	Опис обладнання.....	62
5.1.2	Електрозахисні засоби.....	63
5.2	Умови праці обслуговуючого персоналу.....	64
5.2.1	Розміщення обладнання.....	64
5.2.2	Мікроклімат.....	64
5.3	Пожежна безпека.....	67
5.3.1	Причини пожежі.....	67
5.3.2	Засоби пожежогасіння.....	67
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	69
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	70
	ДОДАТОК А.....	73
	ДОДАТОК Б.....	75
	ДОДАТОК В	76

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АПС – антиоксидантно-прооксидантна система

БСК – біохімічне споживання кисню

ГДК – гранично допустима концентрація

ДБН – державні будівельні норми

ДК – допустима концентрація

ДСН – державні санітарні норми

ДТПА – діетілентріамінпентаоцетова кислота

ЄС – Європейський Союз

ІЕ – індекс екологічної небезпеки

КОС – каналізаційні очисні споруди

КТ – коефіцієнт токсичності

ЛОС – локальні очисні споруди

МКОС – мережа каналізаційних очисних споруд

ОБРВ – орієнтовано-безпечні рівні впливу

ПАР – поверхнево-активні речовини

ПКПФ – Україна – Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна

Сан ПиН – санітарні правила і норми

СНД – Співдружність Незалежних Держав

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю

ХСК – хімічне споживання кисню

					03-51.2403.50.19					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ			Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Науменко Д.П.								
Перевір.		Гребенюк Т.В.							10	1
Реценз.								КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ		
Н. Контр.		Репін М.В.								
Затверд.		Ткачук К.К.								

ВСТУП

Целюлозна-паперова промисловість в Україні беруть початок з 16 ст. З кожним роком зростає потреба в паперовій продукції. Аби не закупати продукцію в європейських країнах, Україна повинна збільшити обсяги виробництва.

Внаслідок роботи целюлозно-паперових підприємств постає загострення екологічної ситуації, зумовленої хімічним забрудненням стічними водами природних водойм, в які відбувається скид. Неповні або відсутні певні ступені очищення вод перед скиданням у природні водойма провокує попадання в них хімічних небезпечних речовин.

Метою дипломного проекту є удосконалення існуючої системи очистки стічних вод на ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна» із зниженням вмісту шкідливих речовин.

Для досягнення мети поставлені **задачі**:

- аналіз технологічного процесу виробництва паперу (картону) на целюлозно-паперовому підприємстві;
- дослідження забруднюючих речовин;
- аналіз можливих методів очистки з метою удосконалення існуючої системи очистки на підприємстві.

Об'єктом дослідження є процес забруднення є процес забруднення стічних вод целюлозно-паперового підприємства від виробництва паперу (картону).

Предмет дослідження – показники забруднення стічних вод целюлозно-паперової фабрики.

Практичною цінністю є вибір сучасного обладнання для очищення стічних вод та їх комбінація, що дозволить зменшити кількість скидів шкідливих речовин у водний об'єкт.

Економічна ефективність: запропонована схема є екологічно та економічно доцільною.

					03-51.2403.50.19					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП			Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Науменко Д.П.								
Перевір.		Гребенюк Т.В.							11	1
Реценз.								КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ		
Н. Контр.		Репін М.В.								
Затверд.		Ткачук К.К.								

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

1.1 Загальні відомості про підприємство

Об'єктом дослідження дипломного проекту є стічна вода ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна» (ПКПФ – Україна) – спеціалізованого підприємства по виробництву целюлозно-паперових виробів.



Рисунок 1.1 – ТОВ «ПКПФ - Україна», вид зі супутника

Підприємство розташовано за адресою: 30511 Хмельницька область, Полонський район, смт. Понінка, вул. Перемоги 34.

					03-51.2403.50.19						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Науменко Д.П.			ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Гребенюк Т.В.								12	15
Реценз.								КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ			
Н. Контр.		Репін М.В.									
Затверд.		Ткачук К.К.									

Вдале географічне розташування Понінківської картонно-паперової фабрики дозволяє охопити Західний та Центральний регіони країни, знаходиться в безпосередній близькості до Києва та на рівній відстані від п'яти обласних центрів.

Понінківська картонно-паперова фабрика – одне з найстаріших в Україні папероробних підприємств. Заснована у 1787 році в с. Понінка на річці Хомора як паперова мануфактура. Виробнича діяльність фабрики почалася з моменту установки першої папероробної машини в 1858 р. [1].

Підприємство виробляє картон для плоских шарів, папір для гофрування, папір білий, папір обгортковий та гофропродукцію. Постійно поліпшується якість виробів, зовнішнє оформлення, маркування та пакування.

Фабрика зареєстрована як учасник зовнішньо-економічної діяльності, тому є постійним експортером целюлозно-паперових виробів у країни Європейського Союзу (ЄС) та країни СНД, занесена в Реєстр Торгово Промислової Палати України як надійний партнер для підприємницької діяльності в Україні та за кордоном.

Сучасне обладнання та технології дають можливість пропонувати покупцям щороку мільйони пар різноманітних високоякісних виробів.

В останнє десятиріччя було проведено значне оновлення обладнання. В цехах фабрики встановлена сучасна техніка: папероробні машини, плосковисічні станки, мінілайн, мідлайн, обв'язні машини виробництва Італії, Німеччини, Англії, Китаю, Болгарії, Молдавії в тому числі автоматичними листоукладчиками з комп'ютерним управлінням, системою видалення обрізу. Це дало можливість випускати високоякісні конкурентоспроможні вироби європейського рівня.

На ТОВ «ПКПФ – Україна» впроваджена і вдосконалюється інтегрована система управління якістю, доквіллям та безпекою продукції відповідно до вимог міжнародних стандартів ISO 9001, ISO 14001, FSSC 22000.

ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна» дотримується принципів по випуску продукції, виробленої з легально заготовленої деревини на основі відповідального лісокористування. Гарантією є добровільна міжнародна сертифікація по системі Forest Stewardship Council® (Лісової Опікунської Ради).

					03-51.2403.50.19	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На «ПКПФ – Україна» немає своїх пунктів (постів) спостережень, тому скиди забруднюючих речовин в атмосферу перевіряє екологічна інспекція. Перевіряються кількісні показники, дотримання ГДК. Також саніпідемстанція проводить заміри скидів раз в рік (4 – 300 км від джерела забруднення).

Всі ці організації, які проводять спостереження за викидами, виконують моніторингові дослідження, які базуються на ГДК за Сан ПиН №4630-88 [2].

1.2 Природно-кліматична характеристика району

Кліматична характеристика району розташування ТОВ «ПКПФ – Україна» підготовлена за даними спостережень метеорологічної станції Хмельницький.

Таблиця 1.1 – Середньомісячна та річна температура повітря, °С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	РІК
-7,0	-5,6	-0,3	8	15	20	22	24	14	9	2	-3	7

Середня максимальна температура повітря найбільш спекотного місяця- липня складає +24°C, а середня температура найбільш холодного місяця- січня складає -7,0°C.

Таблиця 1.2 – Абсолютний мінімум температури повітря, °С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	РІК
-34,9	-34,5	-27,0	-10,9	-3,5	0,9	5,1	0,2	-3,9	-15,9	-25,0	-30,5	-34,9
1950	1929	1964	1944	1900	1950	1904	1966	1977	1912	1965	1997	1950

Таблиця 1.3 – Абсолютний максимум температури повітря, °С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	РІК
11,0	17,4	22,7	29,7	31,4	33,6	38,1	36,7	31,5	26,5	20,4	13,3	38,1
1991	1990	1990	1950	1958	1946	1936	1946	1944	1942	1994	1961	1936

Опади протягом року розподілені нерівномірно. Біля 65% всього їх кількості випадає в теплий сезон – з квітня по жовтень, і тільки 35% припадає на холодні місяці.

Таблиця 1.4 – Середньомісячна та річна швидкість вітру, м/с

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	РІК
4,7	4,8	4,7	4,3	3,7	3,4	3,3	3,2	3,6	4,0	4,8	4,7	4,1

Найменші місячні суми опадів (50 – 100 мм) відмічаються в період з листопада по березень. З квітня кількість опадів зростає. В цьому ж місяці змінюється і характер опадів, переважаючим типом являються короткочасні значно крапельні дощі.

Швидкість вітру дорівнює 10 – 11 м/с; коефіцієнт, залежний від стратифікації атмосфери дорівнює 180; коефіцієнт рельєфу місцевості дорівнює 1.

Річні суми опадів складають 400 – 700 мм. В окремі роки суми опадів значно відхиляються від цих величин. Найбільші річні суми досягають 850-950 мм і в два-три рази перевищують опади найбільш сухих років, коли випадає лише 200-400 мм [3].

Джерелом водопостачання на підприємстві є річка Хомора. Кожного року паперовою фабрикою використовується 5,6 млн м³ чистої води (або 20 тис. м³/добу).

Таблиця 1.5 – Повторюваність напрямку вітру та штилю, %

місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
I	6,8	6,4	9,9	15,1	13,0	14,4	19,5	14,9	7,4
II	8,4	8,7	11,7	18,8	13,4	10,0	15,1	13,9	7,8
III	6,0	8,4	12,5	18,0	17,6	11,9	14,0	11,6	8,4
IV	12,0	10,9	11,2	14,2	12,8	8,3	14,2	16,4	9,0
V	14,2	10,7	12,4	14,1	15,3	6,8	10,8	15,7	12,8
VI	12,7	9,3	7,4	10,3	8,9	8,1	19,2	24,1	15,1
VII	11,9	7,9	5,5	6,7	7,7	9,4	24,7	26,2	14,6
VIII	14,0	8,9	7,6	9,8	7,6	8,2	19,5	24,4	18,0
IX	8,2	6,8	6,5	11,2	10,9	11,4	25,8	19,2	15,0
X	5,8	4,7	6,8	13,5	16,6	15,8	20,8	16,0	10,7
XI	5,0	3,8	7,3	16,4	16,2	17,5	21,0	12,8	7,7
XII	6,6	5,7	5,1	14,5	14,2	15,9	22,1	15,9	5,9
РІК	9,3	7,7	8,7	13,5	12,8	11,5	18,9	17,6	11,0

ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика - Україна» відноситься до підприємств IV класу небезпеки. Згідно із санітарною класифікацією підприємств розміри санітарно-захисних зон до границь житлової забудови становить 100 м.

1.3 Технологія виробництва продукції підприємства

1.3.1 Характеристика ресурсів виробництва

Сировинна база використовує макулатуру. Макулатура являє собою вторинну сировину, тобто вживані папір та картон, а також промислові відходи від їх переробки. Вона є повноцінним замінником свіжих волокнистих напівфабрикатів під час виробництва картону та паперу.

Підприємства з переробки макулатури коштують у 2-3 рази дешевше і менше забруднюють довкілля, ніж підприємства з виробництва напівфабрикатів із рослинної сировини. Використання макулатури дозволяє економити 3,0-4,5 м³ деревини або майже 15 дорослих дерев на одну тонну паперу. Завдяки використанню в якості сировини макулатури, вдається уникнути вирубки понад 5 млн. дерев [4].



Рисунок 1.2 – Збір макулатури – основного замінника целюлози

					03-51.2403.50.19	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Макулатура переробляється для виготовлення паперу та картону, гофрокартону та гофротари типу МС-1А1, МС- 1А2, МС-2А1, МС-2А2, МС – 3А, МС -4А, МС – 5Б1, МС – 5Б2, МС – 5Б3, МС - 6Б1, МС – 6Б2, МС – 6Б3, МС – 7Б1, МС – 7Б2, МС - 9В [1].

«ПКПФ – Україна» використовує воду для виварювання та відбілювання деревини, промивки та на побутові потреби.

Картонно-паперова фабрика самостійно очищує стічні води на передочисних спорудах від сульфатів, хлоридів, нафтопродуктів, фенолів, формальдегідів, марганцю, фурфуролу, диметилсульфіду, диметилдисульфідну, вода пом'якшується, а потім вода скидається в місцеву річку Хомора.

За фактом звітного року вироблено понад 84 000 тон паперу, майже 102 000 метрів квадратних гофропродукції.

Загальне споживання сировини на 1 т целюлози:

- деревини – 5-6 куб.;
- води – 350 м³;
- електроенергії – 2000 кВт/год.

1.3.2 Характеристика продукції підприємства

Основна діяльність підприємства – виробництво різноманітних целюлозно-паперових виробів. Підприємство виробляє такі найменування виробів: папір для гофрування, папір білий, картон для плоских шарів гофрокартону, картон тарний та папір обгортковий марки «Е», гофроящик із різних сортів макулатури. Папір виготовляється в рулонах кольору натурального волокна, або може мати забарвлення взірця – еталона.

Інженерна інфраструктура фабрики складається з 6 самостійних і 10 допоміжних цехів, також має в своєму складі енергетичну станцію і повністю забезпечує технологічний процес.

Схема технологічного процесу виробництва паперу (картону) (рис. 1.3) складається:

					03-51.2403.50.19	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- приготування паперової маси, що складається з операції по масному помелу волокон, проклеюванню, наповненню і відбілюванню маси;
- акумулювання паперової маси;
- розбавлення маси водою до необхідної концентрації;
- очищення від сторонніх включень, вузликів;
- виготовлення паперу (картону) на папероробній (картоноробній) машині (рис. 1.4) - відлив паперового (картонного) листа, його пресування, сушку, обробку і намотування в рулони [5].

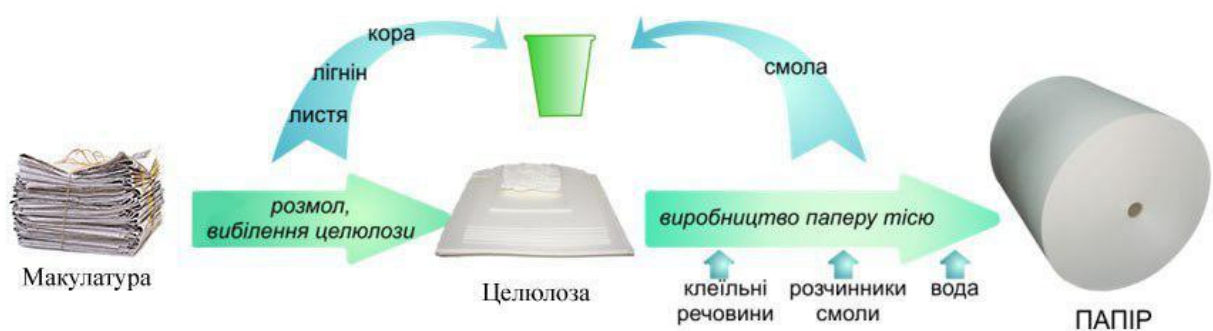


Рисунок 1.3 – Схема технологічного процесу виробництва паперу (картону)



Рисунок 1.4 – Виготовлення картону

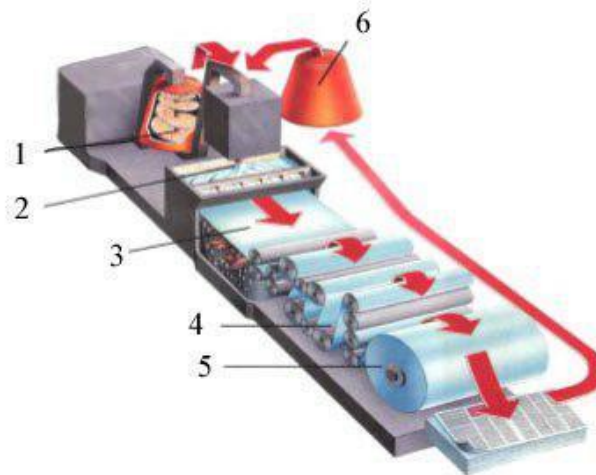
					03-51.2403.50.19	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Папір одержують з целюлози, целюлозних волокон.

Сухі волокнисті напівфабрикати попередньо в гідророзбивачах розпускають водою. Після цього в регуляторах композиції їх змішують в певному співвідношенні. Потім переходять до операції по масному помелу волокон.

Залежно від якості паперу відбуваються наступні технологічні операції виробництва паперу: паперова маса йде або на виготовлення паперу, або на такі процеси як введення проклеювальної речовини, барвників, наповнювачів.

На сьогоднішній день виробництво целюлозно-паперових виробів опирається на подрібнюванні деревини та кип'ятінні паперової маси з різними хімічними розчинами (наприклад гідроксидом натрію). В результаті хімічних реакцій виділяється чиста целюлоза. Целюлозна маса потребує очищення від домішок, просування конвеєром через гарячі валки, за для висушування та пресування в готову паперову продукцію (рис. 1.5).



1 – розщеплення пульпи на волокна; 2 - відбілювання пульпи; 3 – осаджування пульпи; 4 – сушіння та пресування целюлози в аркуші паперу; 5 – готовий папір; 6 – пульпа з макулатури

Рисунок 1.5 – Технологічні процеси виготовлення паперу

Одержати папір можна за допомогою таких основних хімічних процесів:

- сульфатний (крафт процес);
- сульфітний;
- напівхімічний;
- содовий.

Під час крафт-процесу в сульфатній варильній рідині вариться деревна тріска при високій температурі та тиску (рис. 1.6). Сульфатна варильна рідина – водний розчин сульфїду натрію Na_2S та гідроксиду натрію NaOH , що розчиняє лігнін деревини. Після варіння пульпу відфільтровують та декілька разів промивають водою від варильної рідини.

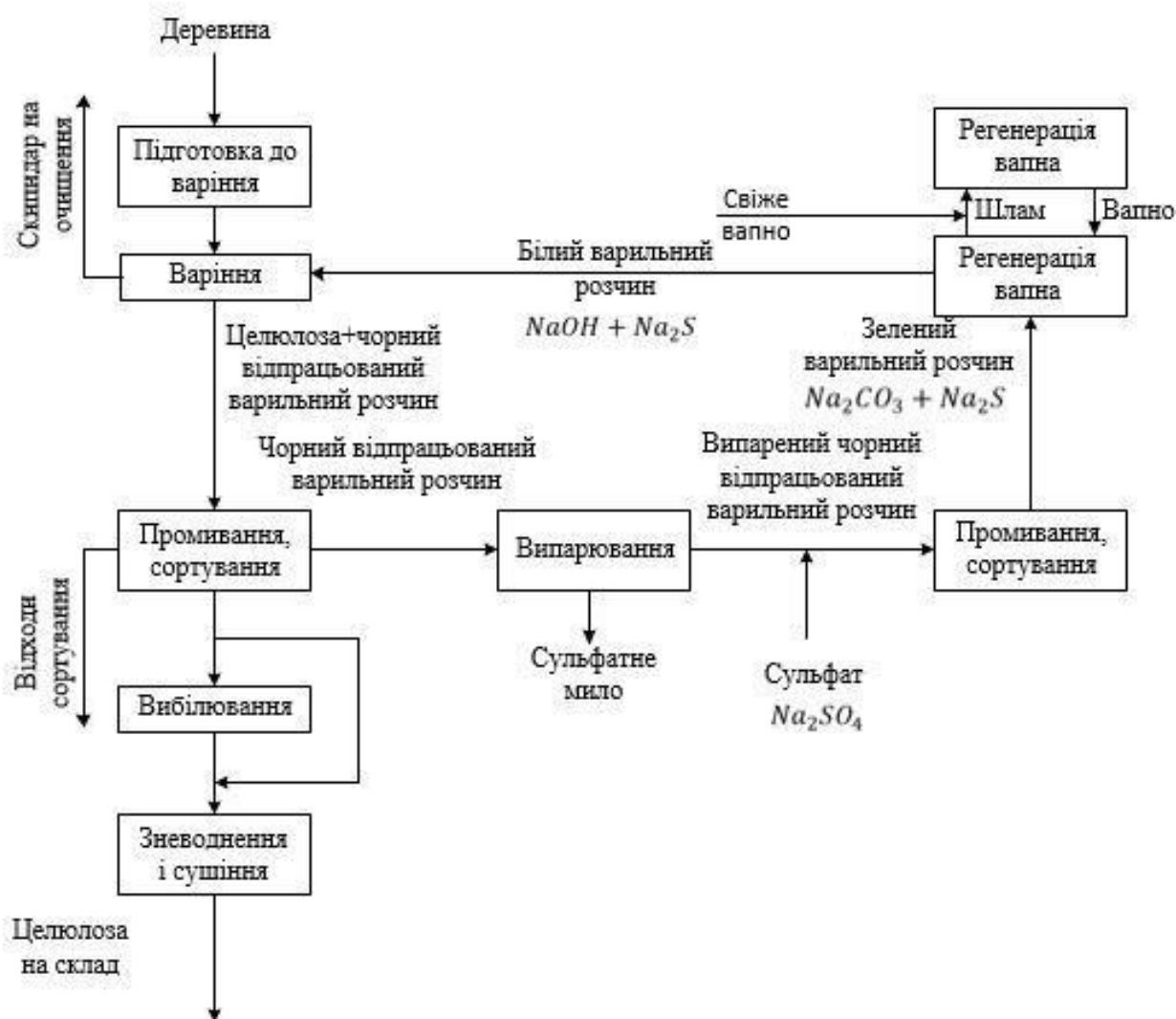


Рисунок 1.6 – Принципова схема виробництва сульфатної целюлози

У котлах періодичної дії проходить процес сульфатного варіння при температурі 140° та при тиску 1,2 МПа.

Сульфатний і сульфїтний процеси подібні між собою, але під час сульфїтного варіння деревини використовують сіль сірчистої кислоти та сульфїдний лужний розчин.

Застосування макулатури як сировину базу потребує включення додаткових технологічних циклів на підприємстві [6].

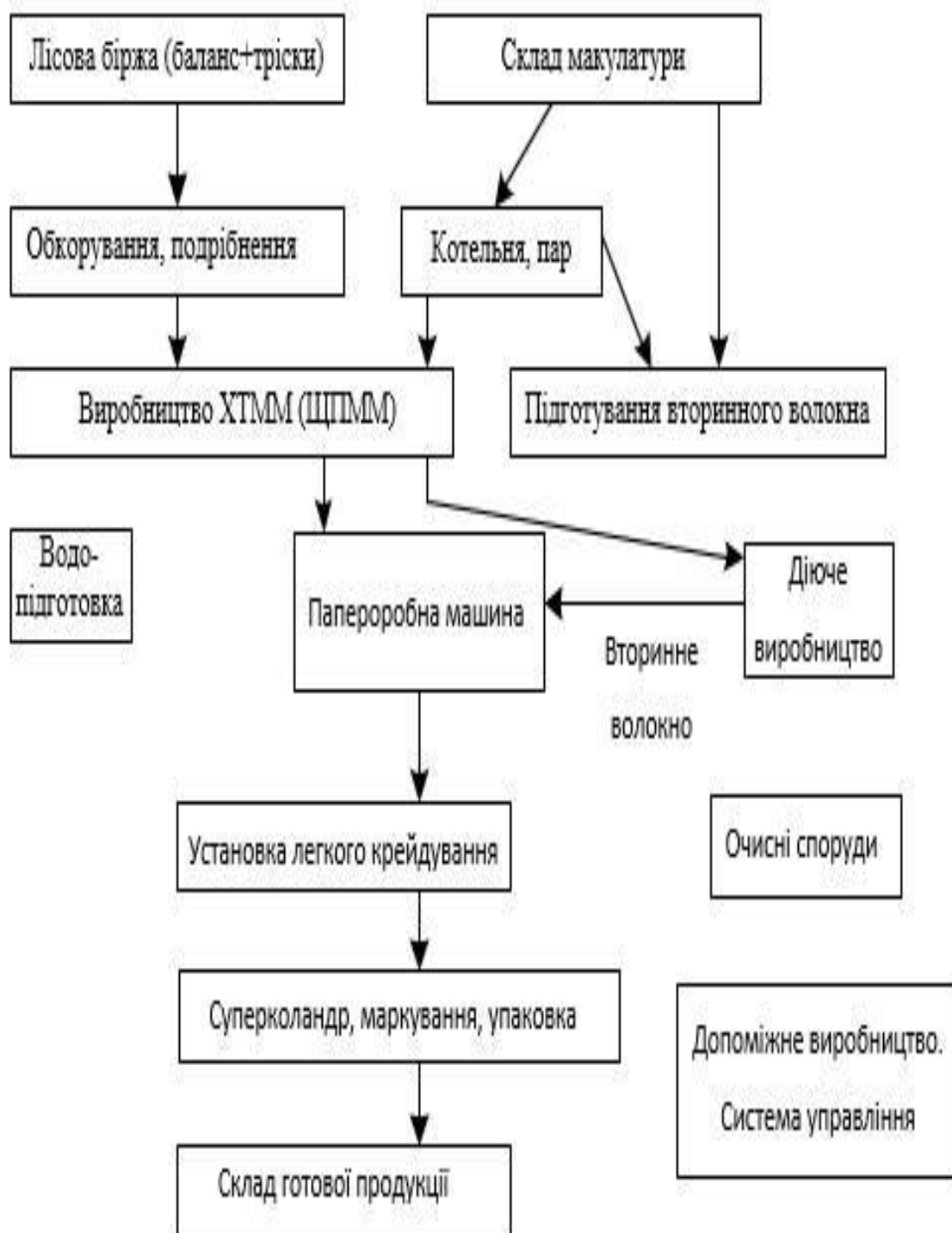


Рисунок 1.7 – Технологічний процес переробки макулатури

Процес переробки макулатури включає в себе такі стадії (рис. 1.7):

– розпуск;

- очищення при високій концентрації;
- попереднє сортування;
- флотація;
- очищення від важких включень;
- диспергування.

Макулатуру розпускають гідророзчинником високої концентрації з добавками хімікатів H_2O_2 , NaOH, $NaSiO_3$, ДТПА (діетілентріамінпентаоцетова кислота), жирних кислот, також присутні NH і OH.

При переробці на формувальних тканинах і пресових частинах випадає осадок полімерні компоненти, але також багато хімікатів утворюється при змиванні друкарської фарби такі як: мінеральні речовини (глина, тальк, діоксид титану); каніфолі, жирні кислоти і їх похідні; полімерні матеріали; вуглеводневі масла; волокна і неідентифіковані матеріали.

Відходи при переробці макулатури становлять 16 % сухих речовин, з них 50 % горючі речовини. Зола і відходи процесу змивання друкарської фарби містять важкі метали. А при спалюванні відходів переробки макулатури виділяються хлорорганічні речовини, що також надають несприятливий вплив на навколишнє середовище [7].

Деревна пульпа має таку особливість як вбирання вологи. Для того щоб зменшити вбирання води та чорнил, папір проходить процес проклеювання.

Використовують такі види проклеювальних речовин:

- каніфоль, стеарати, парафін, силікони, воски – надають гідрофобність;
- тваринний клей, казеїн, латекси, крохмаль – підсилюють гідрофобність та надають міцність;
- водамін, карбамідо- та меламінформальдегідні смоли – забезпечують вологостійкість.

Цей процес проводиться двома способами.

Перший спосіб: введення проклеювальних речовин у паперову масу перед виготовленням паперу. Під час цього способу клейкі речовини рівномірно розподіляються по товщі паперу.

					03-51.2403.50.19	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Другий спосіб: нанесення проклеювальних речовин вже на готову продукцію. Клей розподіляють по всій поверхні паперу, при цьому середина залишається непроклеєною. Цей спосіб потребує додаткового обладнання, хоча вважається більш економічним, так як менше застосовується клею [8].

Наповнення паперової маси проводиться для змінення деяких властивостей паперу. Наповнювач підвищує білість паперу, збільшує його непрозорість, гладкість, зменшує лінійну деформацію, покращує друкарські властивості паперу, робить папір більш економічним. Але високий вміст наповнювача знижує механічні властивості, ступінь проклеювання, збільшує пилоутворення.

В якості наповнювачів використовують такі речовини: тальк, каолін, сульфат барію, синтетичні алюмосилікати і пігменти, крейду, діоксид титану. Ці наповнювачі мають високий коефіцієнт заломлення променів світла, високу білизну, є однорідними і дрібнодисперсними, хімічно інертними, нерозчинними у воді [9].

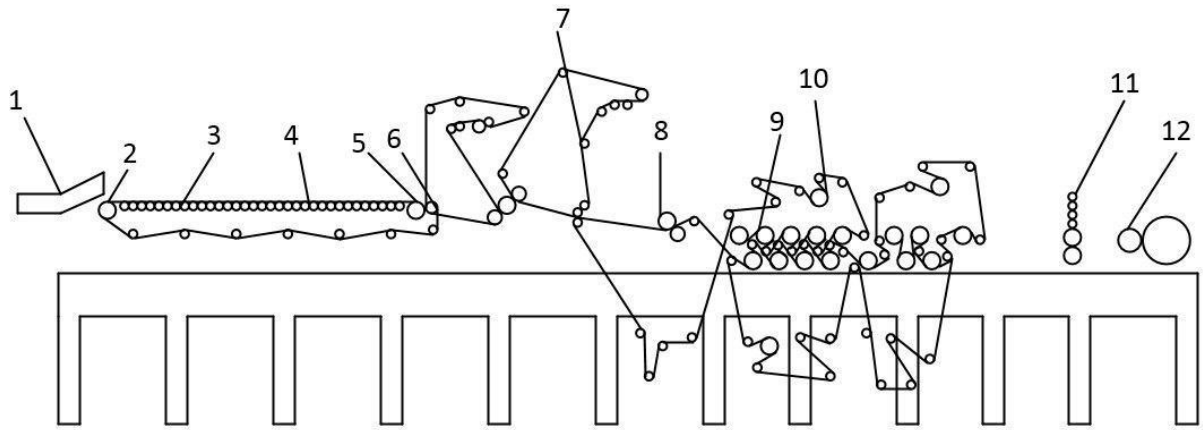
Небілену целюлозу після очищення від лігніну піддають відбілюванню. Процес відбілювання - проміжний процес між процесами виготовлення целюлози та паперу. Відбілювання здійснюється в декілька етапів послідовною дією. До диспергованої у воді целюлозної маси додають різні окисники: газоподібний хлор; хлорну воду; гіпохлориди; оксиди хлору; перекис водню; кисень у лужному середовищі.

Хлор та його сполуки є сильними окислювачами, які використовують за їх окислювальну здатність в процесах відбілювання. Окислювальна здатність хлору та його з'єднань спостерігається на реакціях гідролізу з утворенням кисневмісних продуктів гідролізу та дисоціації їх на іони; кисень отримують при розкладанні кисневмісних іонів хлору, який в момент виділення надає окисну дію.

Процес відбілювання проходить впродовж 30-60 хвилин. Після цього світлозabarвлення кислота нейтралізується карбонатом натрію. Далі продукт висушують [6].

Папероробна машина – машина яка складається з сіткової, пресової та сушильної частин (рис. 1.8).

					03-51.2403.50.19	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – напірний ящик; 2 – грудний вал; 3 – гідропланка; 4 – вологий відсмоктувальний ящик; 5 – відсмоктуючий гауч-вал; 6 – пересасуючий пристрій; 7 – відсмоктуючий пресовий вал; 8 – гранітний вал; 9 – пресовий вал з регулюючим прогином; 10 – сушильний циліндр; 11 – вали циліндра з регулюючим прогином; 12 – циліндр намоту

Рисунок 1.8 – Папероробна машина Б-15

Сіткова частина призначена для формування і зневоднення паперу, складається з напірного ящика і сіткового стола. Напірний ящик призначений для безперервного руху маси на сітку. Сітковий стіл – горизонтальна площина, утворена основним елементом - сіткою, натягнутою між грудним валом та гауч-валом. Сітка – приводний ремінь валів сіткового столу папероробної машини, а також канвеєрна стрічка для паперового полотна. На ній відбувається формування паперового полотна за рахунок створення режиму зневоднення паперової маси.

Папероробна машина працює зі швидкістю 350 м/хв, тому для створення сітки використовують синтетичні нитки, які сприяють підвищенню утримання волокна та наповнювача.

Переплетення конструкції сітки буває: одношарове, двошарове, тришарове, SSB-структура, ультратонкі багатошарові.

Одношарове – тканинне полотно з ниток основи, орієнтованих в повздовжньому напрямі поперечного руху сітки. Використовуються на машинах для виготовлення пакувального виду картону та паперу.

Двошарове – має систему повздовжніх та декілька систем поперечних ниток, транспортують функції із збереження водопропускної здатності. Через підвищене

утримання дрібного волокна та наповнювача погіршує умови зневоднення полотна, що ускладнює промивку сітки.

Тришарове – дві незалежні сітки, пов'язанні між собою зв'язкою третьої системи ниток. Більш жорстка структура ниток, тому що знос зв'язує нитки, що призводить до звуження сітки при проходженні сполучного коливання на сітковому столі, з часом призводить до погіршення якості паперу.

SSB-структура – складається з двох шарів нитки основи та трьох шарів повздовжніх ниток, має високу зносостійкість, створює кращі умови формувань за достатнього ступеня зневоднення, відсутнє маркування полотна при рівномірному розташуванні та невеликій площі осередків по всій поверхні сітки.

Ультратонке багат шарове – створенні з більш міцних полімерних матеріалів з малим отвором з боку, що примикає до паперового полотна, має основу для підтримки паперового полотна, що створює кращі умови формувань при достатньому ступені зневоднення, також відсутнє маркування полотна внаслідок невеликої площі осередків, що рівномірно розташовані по поверхні сітки.

Пресова частина – частина папероробної машини, що слугує для подальшого механічного зневоднення полотна паперу після сіткового столу. Процес пресування відбувається у пресувальній частині папероробної машини та складається з декількох пресів. Верхній прес – гранітний, нижній – металевий, вкритий гумовим шаром. Зневоднений папір, з вологістю 18-20 %, спрямовують у пресову частину, де відбувається його ущільнення. Пресування дозволяє зменшити пористість паперу та поліпшити фізико-механічні властивості.

Остаточне зневоднення паперу та доведення до встановлених стандартами вологості проходить під час процесу сушіння. Цей процес відбувається в сушильній частині папероробної машини. Сушильна частина складається з сушильних циліндрів, розташованих в два яруси в шаховому порядку. Сушильний циліндр – порожнистий сталевий циліндр діаметром 1500 або 1800 мм, що нагрівається зсередини парою. Циліндри розраховані на робочий тиск 0,35 МПа. Число циліндрів залежить від виду паперу, що виробляється, і швидкості робочого органу машини. Температура висушування впливає на властивості паперу.

					03-51.2403.50.19	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Процес висушування проводять такими способами: контактним та конвекційним. При контактному способі висушування теплота від нагрітої поверхні сушильних циліндрів передається вологому паперу. В сушильні циліндри подають гарячу пару, що допомагає досягти температури не вище 180°, аби не перегріти папір.

При конвекційному способі висушування папір висушують нагрітим повітрям.

Після висушування полотна паперу (картону) має температуру 70 – 90°C, при якій не можна змотувати полотно у рулон. Адже ця температура ще довго буде зберігатися, що призводить до погіршення якості паперу через термічну деструкцію рослинних волокон [8].

Для усунення термічної деструкції полотна картону після процесу сушіння проходить процес остаточного охолодження на двох холодильних циліндрах до температури 25 – 45°C. Процес охолодження проходить наступним чином: циліндри охолоджують з середини проточною водою, що дозволяє зволожитися картону на 1 – 2 % завдяки конденсату, що утворюється на поверхні циліндру [9].

Виробництво паперу практично безвідходне, нестандартну продукцію переробляють на папір. Також використання вторинної сировини дозволяє зменшувати кількість відходів. Воду для виробництва також можна використовувати повторно для технічних процесів, після очищення від шкідливих речовин на очисних спорудах.

Висновки до розділу 1

1. Проаналізовано діяльність підприємства ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна».
2. Встановлено, що для виготовлення продукції, підприємство використовує вторинну сировину – макулатуру.
3. Розглянута технологічна схема виробництва картону (паперу).

					03-51.2403.50.19	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ВПЛИВ ТЕХНОЛГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

2.1 Опис джерел забруднення

Підприємства целюлозно-паперової промисловості впливають на стан поверхневих вод, адже є однією з найбільш водоспоживних галузей народного господарства. Щорічне споживання води від загального водокористування складає близько 4,5 – 5 % (біля 1,7 – 2,1 млрд. м³ свіжої води). Майже всі технологічні процеси виробництва потребують використання свіжої води.

По впливу на навколишнє середовище ця промисловість залишається однією з проблемних за величиною токсичних скидів в воду (табл. 2.1) і екологічної небезпеки для природного середовища (табл. 2.2).

Таблиця 2.1 – Угрупування галузей промисловості за коефіцієнтом токсичності скидів в воду

Галузі промисловості	Коефіцієнт токсичності скидів у воду	Оцінка токсичності скидів
Мікробіологічна; Хімічна; Нафтохімічна; Целюлозно-паперова	KT2 > 5.1	Особливо токсичні скиди
Кольорова металургія; Чорна металургія	KT2 = 2,1 - 5,0	Дуже токсичні скиди
Харчова; Паливна; Теплоенергетична	KT2 = 1,1 – 2,1	Токсичні скиди
Машинобудування і металообробка; Легка; Будматеріали	KT2 = 0,5 – 1,0	Менш токсичні скиди

					<i>03-51.2403.50.19</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Науменко Д.П.			ВПЛИВ ТЕХНОЛГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ		
Перевір.		Гребенюк Т.В.					
Реценз.							
Н. Контр.		Репін М.В.					
Затверд.		Ткачук К.К.					
						Літ.	Арк.
							27
						Акрушів	
						15	
						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ	

Крім хімічного забруднення водою відбувається теплове забруднення води. Це відбувається внаслідок використання великих обсягів води протягом технологічного процесу, а також використання води в теплообмінниках і конденсаторах для охолодження, після чого нагріта вода потрапляє зі стоком в гідросферу[10].

Таблиця 2.2 – Класифікація галузей промисловості за екологічної небезпеки для природного середовища

Галузі промисловості	Індекс екологічної небезпеки, розрахований по відношенню до валової продукції	Оцінка токсичності скидів
Кольорова металургія; Мікробіологічна	ІЕ > 10,1	Особливо небезпечні
Хімічна; Нафтохімічна; Чорна металургія; Теплоенергетика	ІЕ = 5,1 – 10,0	Дуже небезпечні
Лісова; Деревообробна; Целюлозно-паперова; Паливна	ІЕ = 1,1 – 5,0	Небезпечні
Промисловість будматеріалів; Харчова промисловість; Машинобудування і металообробка; Легка промисловість	ІЕ = 0,05 – 1,0	Менш небезпечні

На целюлозно-паперових комбінатах першочергове значення має зниження кількості та ступеня забрудненості стічних промислових вод. Головними джерелами забруднення від виробництва целюлози є варильний (базується на сульфатному та сульфітному варінні деревини) та відбілювальний (відбілювання напівфабрикатів з використанням хлоровмісних продуктів) цехи (Додаток А, Б).

При варінні у стік потрапляють залишкові хімікати та органічні сполуки.

При випуску 3 млн. т/рік целюлози утворюється 3,5 млн. т/рік відпрацьованих лугів в перерахунку на суху речовину. З них біля 2 млн. т/рік можна утилізувати у вигляді спиртів. А інші сухі речовини відпрацьованих лугів скидається на очисні споруди.

При процесі відбілювання целюлози використовують хлор, або його похідні (оксид хлору, хлориди, гіпохлориди). При делігніфікації деревини фенольновмісні фрагменти лігніну взаємодіють з хлорними реагентами, утворюючи діоксини та фурани, що є високотоксичними екоотоксикантами [11].

Основна проблема галузі експлуатування старих технологій та обладнання системи очистки. Під час обробки целюлозної та паперової маси, промивання целюлози, вилучення шламів утворюються забрудненні стічні води.

Стоки можуть мати кислу, нейтральну або лужну реакцію, що в будь-якому випадку пов'язано зі зміною природного рН водоймищ (табл. 2.3).

Промислові води після відбілювального цеху мають жовте забарвлення, смолистий запах, перманганатну окисність 160 – 240 мг O_2 /дм³, вміст замулених речовин 800 – 1000 мг/дм³, з них 70 – 90 % органічні речовини, БСК₅ 10 – 30 мг O_2 /дм³.

Стічні води цього цеху мають лужний характер, збагачені хлором, ртуттю, їх сполуками та органічними речовинами. Стік цеху відбілювання - лужні води з розчиненим хлором та органічними сполуками. Ці сполуки є токсичними, тому потребують ретельного очищення [10].

До складу стічних вод входять: розчинена органіка, мінеральні речовини (SO_4 , SO_3 , CO_3 , $NaCl$) (табл. 2.4).

Основні потоки [11]:

- лужні стічні води варильного цеху;
- стічні води відбілювального цеху;
- конденсати варильного цеху.

Таблиця 2.3 – Характеристика стоків целюлозно-паперової промисловості

Вид виробництва	Кількість стічних вод на тонну продукції, м ³	Середовище
Сульфітна небілена целюлоза	130 – 160	Кисле
Сульфітна відбілена целюлоза	400 – 500	Нейтрально-лужне
Картон	30 – 60	Нейтральне
Папір	50 – 70	Слабокисле
Сульфатна небілена целюлоза	100 – 150	Лужне

Таблиця 2.4 – Характеристика стічних вод целюлозного виробництва

Цехи	Норма водовідведення, м ³ /т целюлози	Завислі речовини, г/дм ³	pH	Сухий залишок, мг/дм ³
Варильний	30	450	9,5 – 10,5	2000 – 45000
Відбілювальний	35	30	2,0 – 8,0	6000
Сушильний	15	180	9,0	500 – 1500

2.2 Аналіз впливу джерел забруднення на навколишнє середовище

Від стічних вод ТОВ «Понінківської картонно-паперової фабрики – «Україна» річка Хомора стала жовтого кольору і речовини осіли на водоростях. Антропогенний вплив цієї фабрики призводить до загибелі риб та ракоподібних [12].

Якщо вода у водоймі використовується для питних потреб населення, має рибогосподарське значення, то при скиданні стічних вод нормується якість води водойми в місці водокористування після їх змішування, врахування розведення

водою водойми від місця скидання до водозбору, або межі рибогосподарських угідь.

Нижче місця спуску промислових вод целюлозно-паперового підприємства у пункті найближчого водокористування регламентується якість води у водоймі:

- не повинна мати запахів і присмаків більше 2 балів;
- знаходження рН води в межах 6,5 – 8,5;
- м'ясо риб не повинне мати від води запахів та присмаків;
- вміст змулених речовин не може перевищувати 0,25 – 0,75 мг/дм³;
- в стовпчику води висотою 10 – 20 см не може бути виявлення забарвлення води;
- повне БСК не може перевищувати 3 – 6 мг О₂/дм³;
- концентрація кисню не повинна бути меншою, ніж 4 – 6 мг О₂/дм³.

В забруднених стічних водах підприємства наявні такі зважені речовини: формальдегіди, марганець, нафтопродукти, сульфати, хлориди, диметилсульфід, метанол, диметилдисульфід, фурфурол, метали, речовини метоксильних, карбоксильних та фенольних груп. Біля пункту водокористування ці речовини повинні бути відсутні у водоймі [13].

Одні з найнебезпечнішими є діоксини (рис. 2.1) та фурани.

Гранично допустима концентрація діоксинів та фуранів для дорослої людини становить $320 \cdot 10^{-12}$ частин г/день. Така щоденна доза призводить до виникнення онкологічних захворювань. За загальною токсичністю екотоксиканти перевищують найсильніші отрути такі, як стрихнін, ціаністий натрій, діізопропілфторфосфат.

Норма забруднення питної води 20 пкг/л. Тобто, якщо людина вагою в 50 кг в день випиває 3 л води, то вона отримує 10% від добової норми діоксинів. Але якщо ця ж людина буде вживати нежирну рибу (з кількістю жиру не більше 5 %), кількість діоксину в якій 50 пкг/г, то 500 г такої риби у раціоні дасть 1250 пкг токсиканту, а це в двічі більше за добову норму. Риба з кількістю жиру 50%, легко біоаккумулюється з хлороорганічними екотоксикантами, тому більш високі рівні

					03-51.2403.50.19	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

накопичення діоксину, що призводить до серйозних екотоксикологічних ефектів [11].

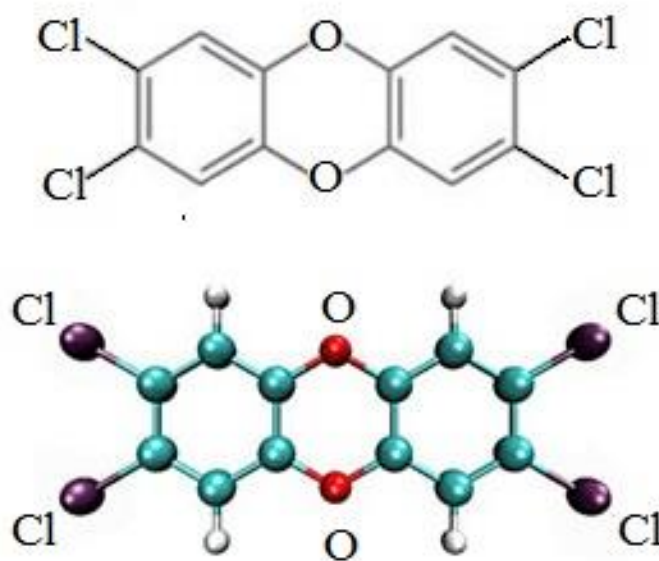


Рисунок 2.1 – Діоксин

Очисні споруди, що використовуються на паперовій фабриці побудовані ще в 1970-х роках. Їхнє номінальне навантаження передбачає щодоби проводити очистку біля 20000 м³ стоків, на даний час реально використовується 10 – 15 %.

За даними гідрохіманалізу поверхневої води річки Хомора (табл. 2.5) є перевищення ГДК марганцю [14].

На табл. 2.5 показано перевищення вмісту у стічних водах такого металу, як марганець (II), у деяких створах, в 5 – 6 разів. Марганець вважають «відносно» нетоксичним, але його здатність легко змінювати ступінь окиснення і широкий спектр коливань вмісту у прісних водоймах викликають інтерес до вивчення його дії на гідробіонтів. Також марганець спричиняє токсичну дію на ссавців, це пов'язано зі специфічним його впливом на тіюли, які є похідними вуглеводнів, у молекулах яких один або декілька атомів гідрогену заміщені меркаптогрупою – SH (тіольною, сульфгідрильною). Тіюли, в яких меркаптогрупа сполучена з аліфатичним радикалом, називають тіоспиртами, з ароматичним — тіофенолами.

Таблиця 2.5 – Результати гідрохіміаналізів поверхневої води в р. Хомора та р. Случ

Назва створу	Дата відбору	Температура °C	Запах бал	Прозорість бал	Розчин. кисень мг/дм ³	pH	ХСК мг/дм ³	БСК-5 мг/дм ³	Залізо мг/дм ³	Марганець мг/дм ³
ГДК за Сан ПиН №4630-88			2	>20	>4	6,5-8,5	15	2,26	0,3	0,1
Створ 1 р. Хомора, ліва притока р. Случ, 7км від гирла, межа Житомирської та Хмельницької областей	19.04.2018	14	5	19	0,16	7,76	43,97	6,12	0,550	0,441
	26.04.2018	10	5	17	1,44	7,72	48,64	6,16	0,625	0,580
	11.05.2018	17	5	16	0,16	7,68	78,18	9,12	0,725	0,603
Створ 2 р. Хомора, 4 км від гирла, смт Першотравенськ	19.04.2018	15	5	17	1,04	7,29	62,28	8,16	0,850	0,580
	26.04.2018	10	5	15	2,64	7,68	56,32	7,44	0,658	0,650
	11.05.2018	17	5	13	1,04	7,67	80,88	9,44	0,725	0,510

Для виявлення універсальних та видових характеристик тіолових сполук організму за дії іонів важких металів становило інтерес розглянути їх вплив на представників, що належать до одного біотопу, але різних за екологічними вимогами. Значення обраних для дослідження видів визначається тим, що коропа є промисловою рибою, а беззубка лебедина - одним з найпоширеніших на території України видів прісноводних двостулкових молюсків, які можуть ефективно концентрувати метали – забруднювачі.

Прісноводні тварини мають здатність зв'язувати надлишок марганцю за широкого діапазону його концентрації у воді узгоджено із значною активацією антиоксидантних факторів організму. Надлишок металів в тканинах не акумулюється металотіонеїнами і викликає найзначніші ознаки токсичності.

У печінці коропа за дії всіх доз іонів марганцю його вміст у термостабільних компонентах істотно зростає. Причому це відбувається навіть за умов його зменшення в тканині. Специфічною ознакою дії марганцю на тіоли у коропа є значне збільшення вмісту білкових тіолів за незмінного вмісту небілкових тіолів.

Вплив марганцю на антиоксидантно-прооксидантної системи (АПС) у печінці коропа має антиоксидантну спрямованість, що відповідає найвищому вмісту вільної форми марганцю в тканині.

У беззубки дія іонів марганцю викликає істотні зміни показників АПС, хоча в цілому зміни показників АПС у тканинах беззубки збалансовані.

Марганець виявляє схильність до акумуляції в низькомолекулярних сполуках в обох організмів. Однак, тоді як у коропа він у великому діапазоні доз акумулюється в металотіонеїні і активує антистресові системи організму, то у беззубки він накопичується в небілковому розчині і пригнічує антиоксидантний захист [12].

2.3 Аналіз перенесення марганцю у водному середовищі на прикладі річок Хомора та Случ

Внаслідок роботи «ПКПФ-Україна» постало загострення екологічної ситуації, зумовленої хімічним забрудненням стічними водами річки Хомора, в яку відбувається скид. Неповні або відсутні певні ступені очищення вод перед скиданням у природну водойму провокує попадання в неї хімічних небезпечних речовин, такі як марганець.

У води річки Хомора під час аварійних скидів потрапляють забруднюючі речовини з ПКПФ-Україна. Щоб передбачити розміри забрудненої водної екосистеми розглянуто математичну модель трансформації і перенесення [12].

За умови поширення забруднювальних речовин у річках (одновимірний випадок) рівняння в частинних похідних має такий вигляд:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \lambda(t, x)U - V \frac{\partial U}{\partial x} + f(t, x) + \eta(t, x), \quad (2.1)$$

де $\eta(t, x)$ – випадкова величина, для якої

$$E\eta(t, x)\eta(\tau, s) = Q(t, x, s)\delta(\tau - t); \quad (2.2)$$

$$E\eta(t, x) = 0.$$

з крайовими умовами:

$$U(t, x_0) = \xi x_0(t); \quad (2.3)$$

$$U(t, x_N) = \xi x_N(t).$$

Тут $U = U(t, x)$ – концентрація забруднювальної речовини; $f(t, x)$ – функція потужності джерела викидів, що лежить у початку координат

$$f(t, x) = \begin{cases} g(t) & \text{при } x = 0; \\ 0 & \text{при } x > 0; \end{cases} \quad (2.4)$$

$V(x, t)$ – швидкість потоку; $\lambda(t, x)$ – величина, що характеризує швидкість розпаду речовини (самоочищення потоку); α коефіцієнт турбулентної дифузії.

Розіб'ємо відрізок $[x_0, x_N]$ на N рівних частин точками $x_k = kh_x + x_0$,

де $h_x = (x_N - x_0)/N$, і виберемо крок по t , що дорівнює τ . Відомі різні методи побудови різницевого схем вихідного диференціального оператора залежно від структури розв'язання, неперервності або розривності коефіцієнтів, які дають змогу побудувати різницевий аналог у вигляді співвідношення концентрації речовини забруднення у вузлах схеми (шаблону).

Так, якщо припускається гладкість точного розв'язку, можна розкласти в ряд:

$$U_{k,n+1} = U_{k,n} + \tau \left(\frac{\partial U}{\partial t} \right)_{k,n} + O(\tau^2); \quad (2.5)$$

$$U_{k,n+1} = U_{k,n} \pm h_x \left(\frac{\partial U}{\partial t} \right)_{k,n} + \frac{1}{2} h_x^2 \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right)_{k,n} \pm \frac{1}{6} h_x^3 \left(\frac{\partial^3 U}{\partial x^3} \right)_{k,n} \pm O(h_x^4).$$

Замінивши в рівнянні (2.1) похідні різницями, дістанемо його різницевий аналог:

$$\frac{U_{k,n+1}-U_{k,n}}{\tau} = a \frac{U_{k+1,n}-2U_{k,n}+U_{k-1,n}}{\Delta x^2} -$$

$$-V \frac{U_{k+1,n}-U_{k-1,n}}{2\Delta x} + \lambda U_{k,n} + f(x_n, t_n) + \eta(x_n, t_n). \quad (2.6)$$

Підставляючи формулу (2.5) в рівняння (2.6), переконаємося, що вихідне диференціальне рівняння апроксимується з точністю до $O(x^4, \tau^2)$. Крім, умов апроксимації, для збіжності розв'язку задачі (2.6) до розв'язку задачі, що описується неперервним оператором (2.1), перевіряється ще умова стійкості різницевої схеми.

Описаний метод побудови різницевих схем має назву *метод різницевої апроксимації*. Цей метод дає змогу легко скласти схему першого або другого порядку апроксимації на прямокутній сітці для рівнянь з неперервними (й досить гладкими) коефіцієнтами. Однак даний метод важко або навіть неможливо застосовувати в складних випадках: для рівнянь з розривними коефіцієнтами, для рівнянь високого порядку і т.д.

Задача ідентифікації різницевого рівняння (2.6) – знаходження числових значень (оцінок) коефіцієнтів a , V , λ . Якщо коефіцієнт дифузії a , швидкість перенесення забруднень V ще піддаються оцінці, то $\lambda(t, x)$ – функція, що характеризує розпад забруднень за рахунок механічних і біологічних перетворень, визначається в природних умовах надто складно.

Поставимо задачу, що має на меті запобігання зниженню якості питної води нижче від санітарно-гігієнічних нормативів.

Підприємство ПКПФ-Україна розташоване в точці А (місце випуску стічних вод) (рис. 2.2). За умов неправильного режиму роботи очисних споруд, коли порушується технологія або режим випуску стічних вод, у районі устя В спостерігається екологічно небезпечна ситуація.

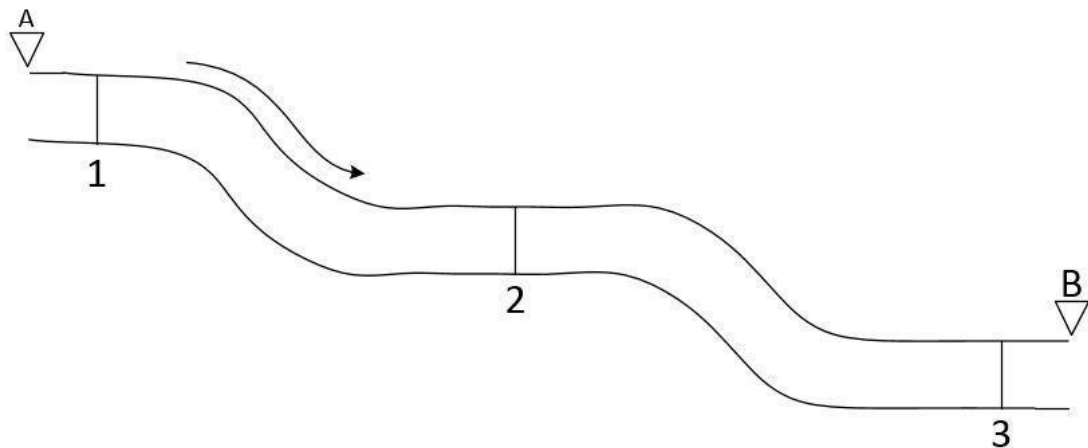


Рисунок 2.2 – Схема спостережень і розташування гідрохімічних постів на річці Хомора

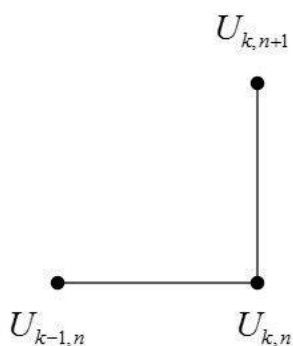


Рисунок 2.3 – Розрахункова комірка (шаблон) для побудови моделей

Необхідно скласти систему локального моніторингу, яка б базувалась на мінімально можливому числі гідрохімічних постів спостережень та на результатах аналізу гідрохімічної обстановки в річці з використанням математичних моделей.

Тимчасова схема спостережень, яка організовується для збирання даних натуральних спостережень за концентрацією забруднювальних речовин з метою ідентифікації моделей прогнозу, добирається в такий спосіб.

Здійснюється спостереження за скидом стічних вод у точці А безпосередньо на підприємстві (об'єм скиду, час, концентрація стічних вод тощо). В точці 1 (повного перемішування стічних вод), а також у точках 2, 3 здійснюються синхронні вимірювання концентрацій забруднювальних речовин з інтервалом часу τ . Відстань Δx між точками краще брати постійною (рівномірна межа спостережень). Співвідношення між τ і Δx добирається таким, аби схема була стійкою.

Виходячи з різницевої схеми (2.6) одновимірного рівняння процесів дифузії, переносу й самоочищення (2.1), помічаємо, що структуру різницевого оператора можна відшукати у вигляді

$$U_{k,n+1} = a_{-1}U_{k-1,n} + a_0U_{k,n} + a_1U_{k+1,n}, \quad (2.7)$$

$$\text{де} \quad a_{-1} = \left(\frac{a}{(\Delta x)^2} + \frac{V}{2\Delta x} \right) \tau; \quad (2.8)$$

$$a_0 = \left(\frac{1}{\tau} - \frac{2a}{(\Delta x)^2} + \lambda \right) \tau; \quad (2.9)$$

$$a_1 = \left(\frac{a}{(\Delta x)^2} - \frac{V}{2\Delta x} \right) \tau; \quad (2.10)$$

Якщо швидкість течії на відріжку $A-B$ вважати постійною, умови самоочищення також ідентичними, то синхронними вимірюваннями в моменти $\tau, 2\tau, 3\tau$ у точках 1-3 концентрацій $U_{k-1,n}^i, U_{k,n}^i, U_{k+1,n}^i$ (рис. 2.2) дістанемо матрицю спостережень X та вектор вихідної величини Y :

$$X = \begin{bmatrix} U_{k-1,n}^0 & U_{k,n}^0 & U_{k+1,n}^0 \\ U_{k-1,n}^1 & U_{k,n}^1 & U_{k+1,n}^1 \\ \dots & \dots & \dots \\ U_{k-1,n}^{n_1} & U_{k,n}^{n_1} & U_{k+1,n}^{n_1} \end{bmatrix}; \quad Y = \begin{bmatrix} U_{k,n}^1 \\ U_{k,n}^2 \\ \dots \\ U_{k,n}^{n_1+1} \end{bmatrix}, \quad (2.11)$$

що дає змогу знайти невідомий вектор $a^T = (a_{-1}, a_0, a_1)$ з системи алгебраїчних рівнянь:

$$(X^T X)a = X^T Y. \quad (2.12)$$

Виходячи з рівнянь (2.8), (2.9) та (2.10) за умови відомих значень a^T , можна визначити фізичні параметри a, V, λ .

Окремо треба ідентифікувати «функцію джерела», тобто залежність концентрації забруднювальних речовин у створі повного перемішування (точка 1):

$$U_{0,n} = b_0 Q + b_1 Q M \quad (2.13)$$

як функцію викиду стічних вод M за час τ , м^3 ; витрат води в річці Q , $\text{м}^3/\text{с}$.

Зауважимо, що схема шаблону (рис. 2.2) не є оптимальною, коли необхідно мінімізувати число спостережень постійної схеми, оскільки за цих умов спостереження здійснюються в точках $U_{1,n}, U_{2,n}, U_{3,n}$ як у початкових умовах, а також в точці B безпосередньо перед водозабором.

Припускаючи, що перенесення речовини за рахунок дифузії є малим порівняно з перенесенням течією річки, дістанемо рівняння:

$$\frac{dU}{dt} = -V \frac{dV}{dx} + f(x, t) + \lambda(x, t)U. \quad (2.14)$$

Легко побачити, що тоді можна використати шаблон (рис. 2.3) і знайти невідомі коефіцієнти рівнянь:

$$U_{k,n+1} = b_0 U_{k,n} + b_1 U_{k-1,n} \quad (2.15)$$

Проведемо розрахунковий аналіз для річки Хомора.

Використовуючи значення табл. 2.5 та такі додаткові значення:

$\alpha = 1,4$ – коефіцієнт турбулентної дифузії;

$V(x, t) = 0,75$ дм/с – швидкість потоку;

$\lambda(x, t) = 1$ – величина, що характеризує швидкість розпаду речовини (самоочищення потоку);

$\tau = 1$ год = 3600 с – інтервал часу, проведемо розрахунок.

Ми маємо значення для точок 1 і 2, знайдемо концентрацію марганцю для точки 3, а так як відстань між точками вимірювання повинна бути однаковою, то $\Delta x = 3$ км = 30000 дм – відстань між точками.

Спочатку знаходимо

$$a_{-1} = \left(\frac{1,4}{(30000)^2} + \frac{0,75}{2 \cdot 30000} \right) \cdot 3600 = 0,045;$$

$$a_0 = \left(\frac{1}{3600} - \frac{2 \cdot 1,4}{(30000)^2} + 1 \right) \cdot 3600 = 0,36;$$

$$a_1 = \left(\frac{1,4}{(30000)^2} - \frac{0,75}{2 \cdot 30000} \right) \cdot 3600 = -0,044;$$

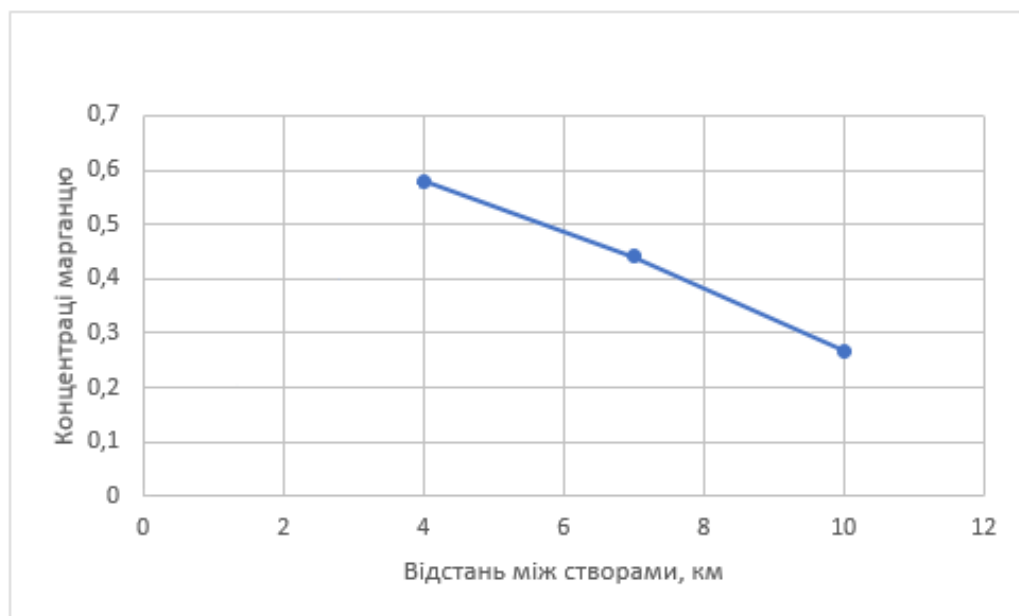


Рисунок 2.4 – Зміна концентрації залежно від відстані створів

Порівнявши вирази (2.7) та (2.15) маємо

$$a_{-1}U_{k-1,n} + a_0U_{k,n} + a_1U_{k+1,n} = b_0U_{k,n} + b_1U_{k-1,n}$$

$$a_1U_{k+1,n} = b_0U_{k,n} + b_1U_{k-1,n} - a_{-1}U_{k-1,n} - a_0U_{k,n}$$

$$U_{k+1,n} = \frac{b_0U_{k,n} + b_1U_{k-1,n} - a_{-1}U_{k-1,n} - a_0U_{k,n}}{a_1}$$

$$U_{k+1,n} = \frac{0,81 \cdot 0,441 + 0,02 \cdot 0,580 - 0,045 \cdot 0,580 - 0,36 \cdot 0,441}{0,044} =$$

$$= 0,267 \text{ мг/дм}^3$$

Отже, концентрація марганцю у точці 3 перевищує значення ГДК більше ніж в 2,5 рази за Сан ПиН №4630-88 (рис 2.4).

Висновки до розділу 2

1. Проаналізовано джерела забруднення водойм від промислових вод підприємства.

2. Досліджено вплив ТОВ «Понінківської картонно-паперової фабрики – «Україна» на навколишнє середовище.

3. Використовуючи одновимірну математичну модель трансформації й перенесення забруднюючих речовин, встановлено перевищення ГДК марганцю на відстані 10 км від місця скидання стічних вод більше ніж в 2,5 рази. Доведено необхідність встановлення очисного обладнання та прийняття науково-обґрунтованих рішень, щодо подолання кризової екологічної ситуації в річках Хомора та Случ.

					03-51.2403.50.19	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД

3.1 Технологія очищення промислових стоків

Водоспоживання фабрики здійснюється від річки Хомора. З річки подається 5,6 млн м³/рік чистої води (або 20 тис м³/добу). Норму водовідведення розподіляють на технічні потреби виробництва наступним чином [10]:

1. На деревнопідготовний цех 7 – 9,5 м³/т целюлози.
2. На варильний цех 30 м³/т целюлози.
3. На відбілювальний цех – 35 м³/т целюлози.
4. На сушильний цех 15 м³/т целюлози.
5. На питні та господарсько-побутові потреби – 130 м³/добу (130 л на людину)
6. На адміністративно-господарські потреби (полив території, миття транспорту) – 1 м³/добу.
7. На котельню (для підживлення котла) – 8 м³/добу.

Промислові стоки відбілювального цеху поступають на систему очищення введену в експлуатацію ще в 1970-х роках, ефективність якої складала 80%, на даний момент біля 20% . Потім вода скидається в річку Хомора.

Данна система очистки закладена в проекті на основі рекомендацій галузевої лабораторії по очищенню промислових стоків підприємств целюлозно-паперової промисловості.

Вимоги до якості промислових вод, що скидаються у водойми зумовлені Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» і регламентуються «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» (табл. 3.1) [24].

					03-51.2403.50.19		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД		
Розроб.		Науменко Д.П.					
Перевір.		Гребенюк Т.В.					
Реценз.							
Н. Контр.		Репін М.В.					
Затверд.		Ткачук К.К.					
					Літ.	Арк.	Акрушів
						42	14
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ		

Таблиця 3.1 – Вимоги до якості промислових стоків

Показники	ГДК	Фактичний скид
Запах, бал	2	5
Прозорість, бал	>20	17
pH	6,5 – 8,5	7,5
БСК ₅ , мг/дм ³	2,3	8,16
ХСК, мг/дм ³	15	62,3
Залізо, мг/дм ³	0,3	0,8
Марганець, мг/дм ³	0,1	0,6

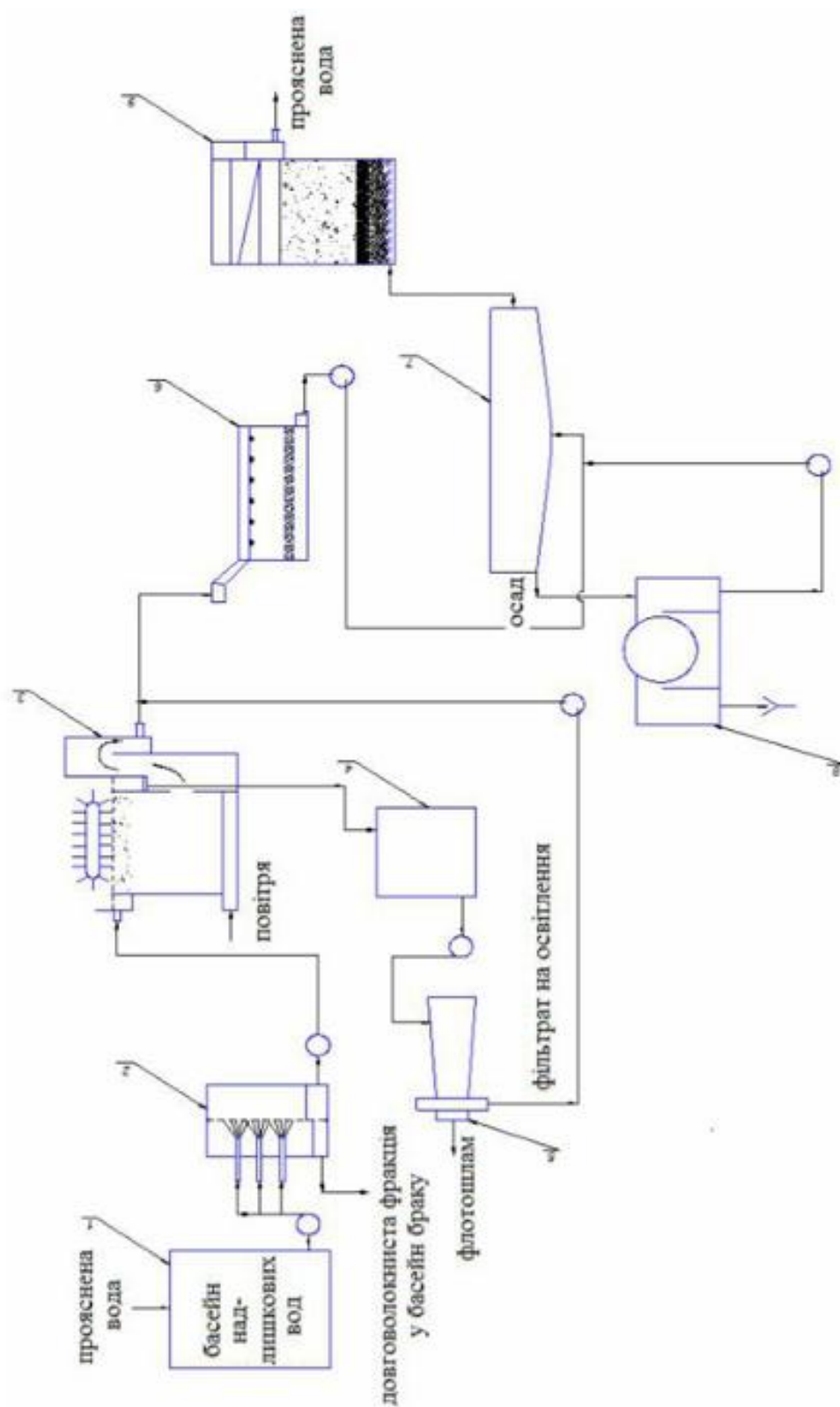
3.2 Характеристика очисного обладнання

Обладнання, що входить до складу очисних споруд: басейн надлишкових вод; фракціонатор; басейн обігового браку; флотатор; бак флотопіни; центрифуга; первинний відстійник; біофільтр; вторинний радіальний відстійник; згущувач; фільтр із зернистим завантаженням.

Схема очищення стічних вод фабрики наведена на рис. 3.1. В схемі використовуються апарати механічного, фізико-хімічного та біологічного методів очищення [20].

Очищення стоків ТОВ «Поніківська картонно-паперова фабрика – Україна» відбувається наступним чином: надлишкові прояснені води з басейну направляються в фракціонатор для видалення довговолокнутої фракції. Далі вода направляється у флотатор. Утворена флотопіна надходить у бак, а потім у первинний відстійник для попереднього механічного очищення, для підживлення азотом та фосфором, для нейтралізації pH до 6,5 – 7,5.

Після цього флотошлам видаляється зі системи, а фільтрат направляється на біологічне очищення на аеротенк, сюди також направляється вода прояснена після флотатора.



1 – басейн надлишкових вод; 2 – фракціонатор; 3 – флотатор; 4 – бак флотопіни; 5 – первинний відстійник; 6 – біофільтр (аератор); 7 – вторинний радіальний відстійник; 8 – згущувач; 9 – фільтр із зернистим завантаженням

Рисунок 3.1 – Схема очищення стічних вод

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

03-51.2403.50.19

Вода, після біологічного очищення потрапляє у вторинний радіальний відстійник. Утворений осад надходить на згущувач, в ньому видаляється скоп за допомогою віджимання. Віджата вода повертається у відстійник.

Остання стадія очищення проходження води через фільтр із зернистим завантаження. Потім відбувається скидання стічних вод у водойму, в даному випадку у річку Хомора.

3.2.1 Фракціонатор

Фракціонатор вловлює довге волокно в потоці води, що проходить процес очищення (рис. 3.2). Доцільно застосовувати при використанні макулатури як сировинну базу для виробництва паперу та картону. Довге волокно опускається на дно фракціонатора і повторно використовується [22].

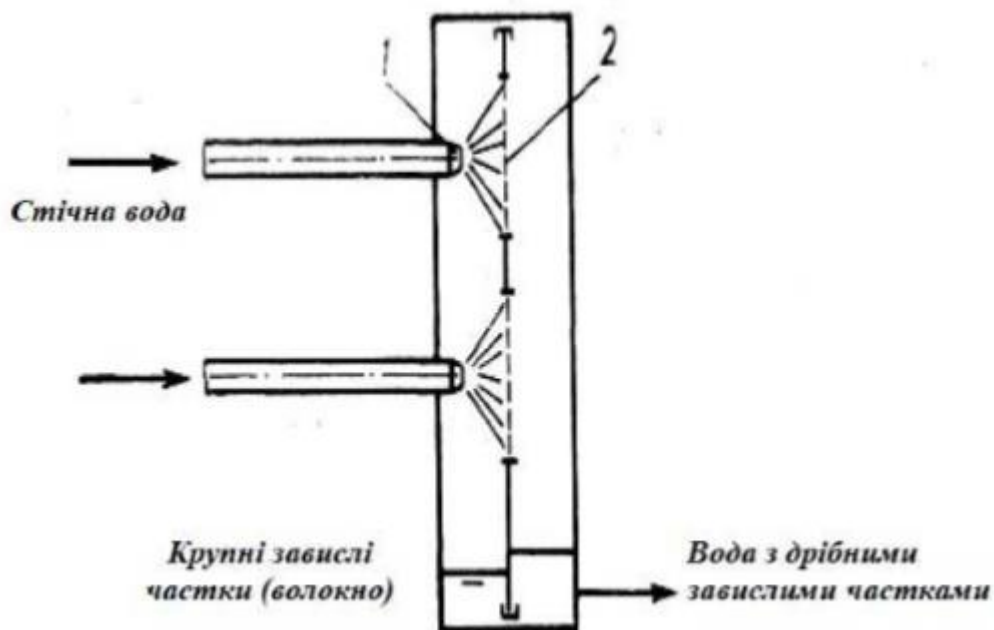


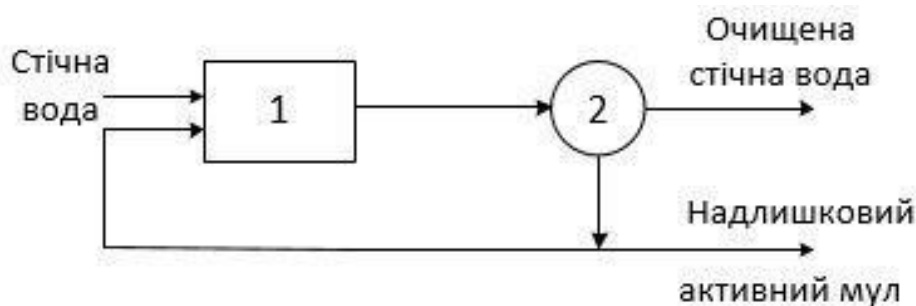
Рисунок 3.2 – Фракціонатор

Стічна вода під тиском 70 – 110 кПа подається у фракціонаторі на вертикально розміщений сітчастий фільтрувальний елемент, що в свою чергу відділяє з водного потоку крупну фракцію, яка містить якісне волокно.

Після фільтрування у воді залишається дрібне волокно та дрібно-дисперсні забруднення неволокнистого характеру. Синтетичні сітки виконують функцію фільтрувального елементу. воду, яка очищується, подають на сітку через сопла. Під час подачі води струмінь води повинен бути направлений тангенціально до сітки.

3.2.2 Аеротенк

Стічні води відбілювального цеху очищуються проточним аеробним біологічним реактором з поверненням біомаси (або аеротенком), в якому мікроорганізми перебувають у вигляді пластівців активного мулу (рис. 3.3) [21].

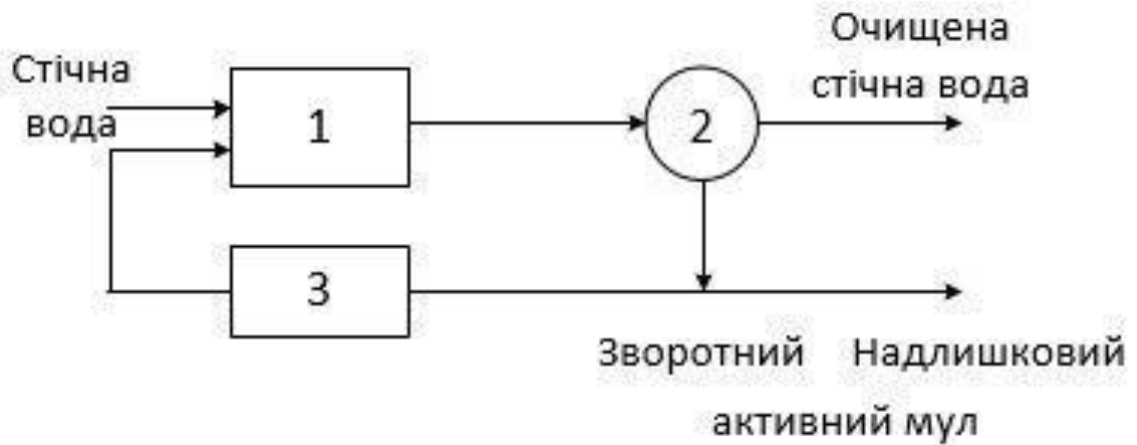


1 – аеротенк; 2 – вторинний відстійник

Рисунок 3.3 – Принципова схема біологічного очищення в аеротенку

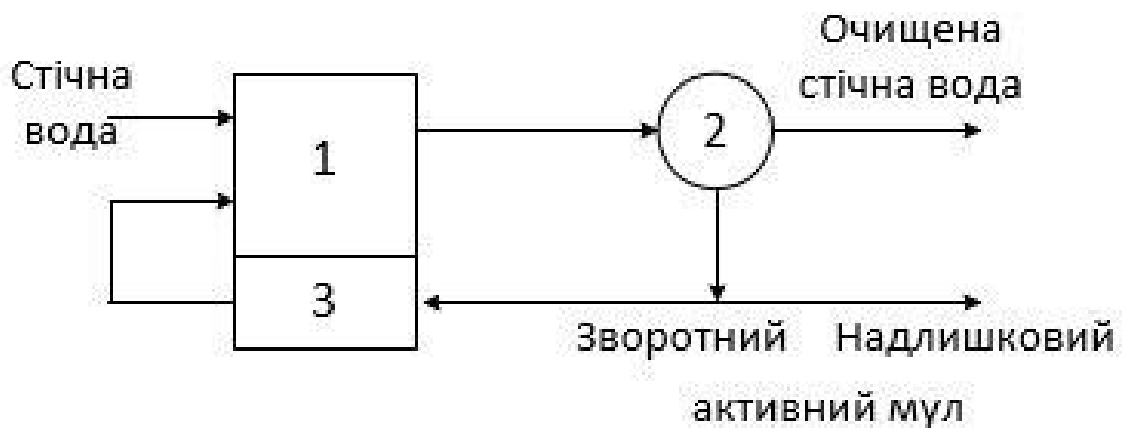
Стічні води целюлозно-паперового підприємства перед подачею в аеротенк проходять попереднє механічне очищення у первинних відстійниках, підживлюються біогенними солями (азотом та фосфором) та нейтралізуються до рН = 6,5 – 7,5.

Очищення на аеротенках відбувається у дві стадії: адсорбцію забруднених речовин на активному мулі та їх біоокиснення. Для біоокиснення вводять регенератор, що допомагає проводити доокиснення сорбованим мулом речовин та відновлення сорбційної ємності (рис. 3.4, 3.5).



1 – аеротенк; 2 – вторинний відстійник; 3 – регенератор

Рисунок 3.4 – Схема аеротенка з окремим регенератором активного мулу



1 – аеротенк; 2 – вторинний відстійник; 3 – регенератор

Рисунок 3.5 – Схема аеротенка зі змінною ємністю регенератора активного мулу

Регенератор також використовують для стабілізації процесу очищення, для забезпечення захисту активного мулу від токсичних речовин при залпових скидах.

В аеротенках під час аерації промислових вод відбуваються такі функції:

- насичення стічної води киснем;
- переміщування рідини;
- підтримання активного мулу у завислому стані.

Введення енергії та кисню для переміщування системи аерації поділяються на такі типи:

- пневматичні, ґрунтуються на енергії стиснутого повітря;
- механічні, використовують механічне переміщення;
- комбіновані.

На целюлозно-паперовій фабриці використовують пневматичні системи аерації, що виготовляються у вигляді перфорованих труб з отворами. Діаметр отворів 8 – 10 мм, що дозволяє нагнітати повітря в рідину.

Аерацію проводять не повітрям, а чистим киснем, це роблять з метою інтенсифікації процесу, що надає такі переваги [22,23]:

- зниження приросту активного мулу, що дозволяє зменшити витрати на його оброблення;
- пришвидшує біологічне очищення.

3.2.3 Відстійники

Основна очисна споруда механічної очистки промислових вод – відстійник. Відстійники бувають первинні і вторинні. Первинні встановлюють перед фізико-хімічними або біологічними методами очищення, вторинні – після біологічної очистки, для видалення активного мулу.

Швидкість висхідного потоку води не повинна перевищувати 0,4 мм/с, це дозволить провести прояснення волокновмісних стічних вод. При наявності у воді каоліну буде краще осадження волокна, тоді ефект прояснення досягає 90 – 95 %.

Найбільш поширені апарати локального очищення стічних вод для целюлозно-паперової фабрики.

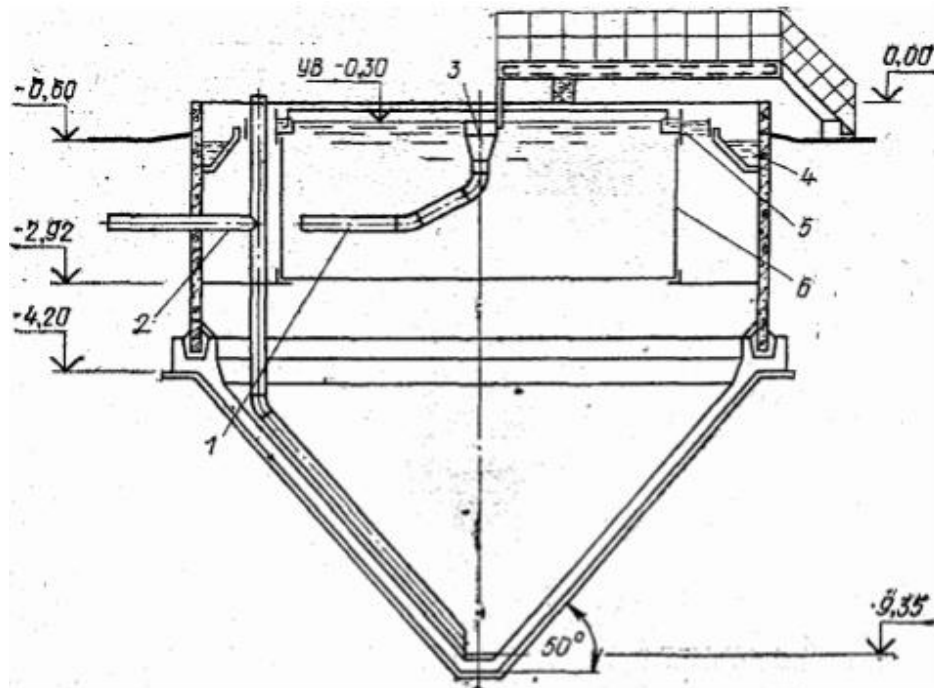
Поділяються на: горизонтальні, радіальні та вертикальні.

Горизонтальні відстійники – продовгуваті, прямокутні резервуари з прямком для осаду. За допомогою скребкового механізму осад зсовується в прямок.

Радіальні відстійники – резервуари круглої форми з глибиною зони відстоювання 3 – 6 м та діаметром 18 – 54 м. Із збільшенням діаметром збільшується продуктивність та економічність установки.

Вертикальні відстійники – резервуари круглої форми, перевищують розміри радіальних (рис. 3.6).

					03-51.2403.50.19	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48



1 – трубопровід для видалення плаваючих речовин; 2 – трубопровід для видалення осаду; 3 – приймальна воронка для відведення плаваючих речовин; 4 – периферійний лоток для збору висвітленої води; 5 – зубчатий водозлив; 6 – кільцева напівзаглибна перегородка

Рисунок 3.6 – Первинний вертикальний відстійник з низько-вхідним потоком

За допомогою коефіцієнту використання об'єму проточної частини відстійника оцінюється гідродинамічна досконалість відстійників.

3.2.4 Флотатор

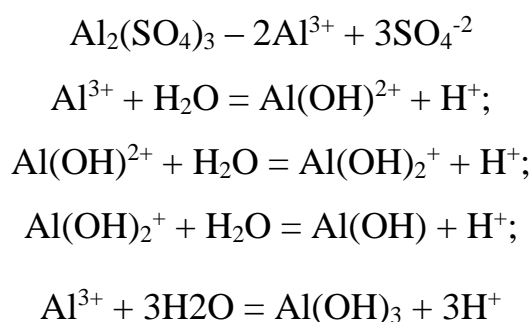
Флотаційні установки використовують для видалення зі стічних вод масел, нафтопродуктів, жирів, смол, гідроксидів, ПАР та інших органічних речовин, твердих частинок з гідравлічною крупністю менше 0,01 мм / с, полімерів, волокнистих матеріалів, а також для поділу мулових сумішей [24,25].

Застосування цього процесу пов'язане з пінною флотацією, що якнайкраще підходить для целюлозно-паперових підприємств. При пінній флотації оброблені реагентами частки виносять на поверхню води бульбашки з повітрям, щоб утворити пінний шар. При цьому необхідний високий ступінь насичення води повітряними бульбашками.

					03-51.2403.50.19	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

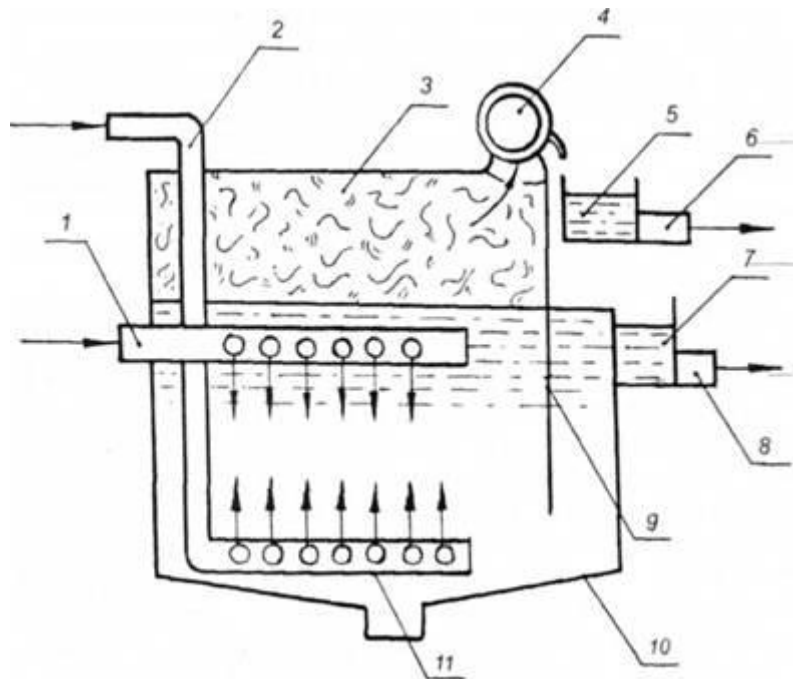
При зближенні у водному середовищі бульбашки повітря і гідрофобної поверхні мінеральної частинки водний прошарок, що їх розділяє, при досягненні критичної товщини мимовільно проривається. Після цього відбувається повне змочування частки, що дає змогу міцно злипнутись бульбашці і частинці. Так як щільність такого комплексу менша, ніж щільність пульпи вони спливають (флотують) на поверхню і утворюють пінний шар, який потім видаляють з флотатора.

Промислові стоки поступають на споруди для другого ступеня очищення – флотатор, далі насосами їх відкачують в напірні баки, потім вони змішуються з коагулянтном (сірчаноокислий алюміній – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), також на цій стадії використовується окислювач (водний розчин вапна – CaO). Під час взаємодії з водою відбуваються такі реакції [26,27]:



В ці баки подають стисле повітря, яке через насадки з пористого матеріалу у вигляді дрібних бульбашок рівномірно розподіляється вздовж перерізу флотатора. При спливанні бульбашки повітря обволікають частинки забруднювальних речовин. Піна накопичується між дзеркалом води і кришкою флотатора. Далі відсмоктується відцентровим вентилятором у збірник і через трубопровід спрямовується для оброблення піни та вилучення з неї забруднювальних речовин. У процесі вертикального переміщення стічної води у флотаторі спостерігається насичення води киснем повітря. Утворена флотопіна надходить у бак флотопіни і потім проходить процес зневоднення. А прояснена вода переходить на біологічне очищення.

					03-51.2403.50.19	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – трубопровід для стічної води; 2 – трубопровід для стисненого повітря; 3 – кришка; 4 – відцентровий вентилятор; 5 – пінозбирач; 6 – трубопровід для піни; 7 – водоприймач; 8 – трубопровід для відведення води; 9 – перегородка; 10 – флотатор; 11 – насадки

Рисунок 3.7 – Схема напірного флотатора

3.3 Модернізація системи очистки

Для покращення очищення промислових вод целюлозно-паперової фабрики від забруднюючих речовин в дипломному проекті рекомендується додати у схему очистки знезалізувач.

Знезалізувач призначений для видалення з промислових вод марганцю та заліза. Процес знезалізування – знезалізуючий фільтруючий зернистий матеріал вкривається шаром окислів марганцю, що має високу сорбційну здатність. Іони Mn^{2+} можуть бути окислені до Mn^{3+} - трьохвалентний марганець більш сприятливий до подальшого окислення киснем за допомогою аерації. З утворення Mn^{4+} дає появу нерозчинних форм MnO_2 [28,29].

Для експлуатації систем фільтрації зі знезалізуючими засипаннями необхідна довга та інтенсивна аерація води. Це дозволить провести повне окиснення сполук марганцю та надати більш високого ступення окиснення.

Типи каталітичного засипання для видалення марганцю з води: природні та

					03-51.2403.50.19	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

штучні. Обидва вимагають періодичної регенерації фільтруючих засипань, яка виконується сильним окисленням. Для цього використовують перманганат калію $KMnO_4$ або натрій гіпохлорит $NaOCl$.

При безперервному видаленні марганцю проводять дозування перманганату калію в достатній кількості, щоб спочатку окислити органіку, потім залізо та марганець, кінцева стадія самоокислювання.

Вода, що містить залізо і марганець, то потребує двоступеневий процес обробки. Перший ступень – видалення заліза та марганцю. Цей процес проходить за допомогою фільтрів знезалізувачів. Вони представляють собою систему балонів з фільтруючим матеріалом.

3.3.1 Промисловий знезалізувач Multifilters MF-325-AIR

Знезалізувач Multifilters призначений для видалення: заліза, марганцю, сірководню, важких металів.

Комплектація знезалізувача (рис. 3.8) [30]:

- автоматичний клапан управління з технологією управління RX обертання керамічних дисків;
- балон зі скловолокна з шаром поліетилену;
- каталітична невитратна фільтруюча суміш Bregus® BreMix.

Напівавтоматичний електричний клапан керування RX гарантує високу стабільність і точність системи, не потребує постійного спостереження за роботою.

Знезалізувача суміш виготовляється за допомогою спеціалізованої німецької технології. Фільтруюча суміш містить в собі такі компоненти:

- кварцевий пісок;
- адсорбент для видалення органічних сполук;
- адсорбент для видалення марганцю та заліза;
- йонообмінна смола;
- суміш інших фільтруючих елементів.

Фільтруюча суміш підвищує ступінь окиснення марганцю. Відбувається

					03-51.2403.50.19	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

відділення марганцю від води у вигляді нерозчинного діоксиду марганцю.



Рисунок 3.8 – Знезалізувач Multifilters MF-325-AIR

3.3.2 Фільтр для видалення заліза і марганцю ECOSOFT FPB 1665 СТ

Фільтр ECOSOFT FPB 1665 СТ призначений для очищення води від розчинних форм марганцю та заліза (рис. 3. 9) [31].

Переваги даної установки очищення:

1. Ефективність очищення води від сполук заліза та марганцю.
2. Малі витрати тиску.
3. Регенерація фільтруючого матеріалу без додаткових реагентів.
4. Висока ємність матеріалу по залізу.
5. Висока продуктивність.
6. Тривалий термін служби.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

03-51.2403.50.19

Арк.

53



Рисунок 3.9 – Фільтр ECOSOFT FPB 1665 CT

Birm (Clack) – фільтруючий матеріал, що використовується для очищення. Він являє собою гранульований матеріал з каталітичними властивостями на основі алюмосиліката, модифікованого діоксидом марганцю.

3.3.3 Порівняльна характеристика

Щоб обрати із декількох установок очищення води від сполук марганцю і заліза доцільно провести порівняльну характеристику (табл. 3.2).

Після проведення порівняльної характеристики встановлено, що доцільніше обрати знезалізувач Multifilters MF-325-AIR. Під час експлуатації данна установка економічно вигідніша, адже потужність у 6 разів менша, а продуктивність більша. Також каталітична невитратна суміш, за новою німецькою технологією, дозволяє провести якісне очищення води від вмісту марганцю та заліза.

					03-51.2403.50.19	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Таблиця 3.2 – Порівняльна характеристика очисних фільтрів від марганцю та заліза

Показник	Знезалізувач Multifilters MF-325-AIR	Фільтр ECOSOFT FPB 1665 CT
Країна виробник	Польща	Україна
Продуктивність, м ³ /год	5,2	5
pH	6,2	6,8
Робочий тиск, бар	6	6
Вміст марганцю після очищення	0,1	0,05
Вміст заліза після очищення	0,2	0,1
Потужність	5 Вт	30 Вт
Електроспоживання	220 В	220 В
Об'єм фільтруючого матеріалу	325 л	226 л
Ціна установки	112 465 грн	77 837 грн

Висновки до розділу 3

1. Розглянута існуюча система очистки стічних вод та виявлені недоліки.
2. Розглянуто існуючі методи та засоби очищення від марганцю і заліза.
3. Запропоновано встановити додаткову установку для очищення від марганцю та заліза фільтра-знезалізувача Multifilters MF-325-AIR.

4 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ

4.1 Розрахунок екологічного податку

Зростання ролі економічного інструментарію природоохоронної політики в процесі прийняття управлінських і державних рішень, а також збільшення кількості, різновидів і масштабів використання цих інструментів зумовило необхідність впровадження у вітчизняну систему оподаткування екологічного податку [32].

Екологічний податок - це загальнодержавний обов'язковий платіж, що сплачується з фактичних обсягів викидів в атмосферне повітря, скидів у водні об'єкти забруднюючих речовин та розміщення відходів, у тому числі радіоактивних.

Відповідно до п. 240.1 ст. 240 розділу VIII «Екологічний податок» Податкового кодексу України платниками екологічного податку є суб'єкти господарювання, юридичні особи, які не здійснюють господарську (підприємницьку) діяльність, бюджетні установи, громадські та інші підприємства, установи та організації, постійні представництва нерезидентів, включаючи тих, які виконують агентські (представницькі) функції відносно таких нерезидентів або їх засновників, під час провадження діяльності яких на території України і в межах її континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони здійснюються:

- викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення;
- скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти;
- розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах, крім розміщення окремих видів відходів як вторинної сировини;
- утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені);

					<i>03-51.2403.50.19</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Науменко Д.П.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Тверда О.Я.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Репін М.В.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Ткачук К.К.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
						56	6
					<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ</i>		

– тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад установлений особливими умовами ліцензії строк.

Якщо на підприємстві не проводяться заходи щодо екологізації, не знешкоджуються стоки, то підприємство зобов'язане сплачувати державі екологічний податок. Оскільки відділення скидає лише рідкі відходи, то необхідно розрахувати відповідний податок.

Суми податку, який справляється за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти (Пс), обчислюються платниками самостійно щокварталу виходячи з фактичних обсягів скидів, ставок податку та коригуючих коефіцієнтів за формулою [22]:

$$П_c = \sum_{i=1}^n (M_{Л_i} \cdot Н_{П_i} \cdot K_{oc}) \quad (4.1)$$

де $M_{Л_i}$ – обсяг скиду і-тої забруднюючої речовини в тоннах;

$Н_{П_i}$ – ставки податку в поточному році за тонну і-того виду забруднюючої речовини у гривнях з копійками;

K_{oc} – коефіцієнт, що дорівнює 1,5 і застосовується у разі скидання забруднюючих речовин у ставки і озера (в іншому випадку коефіцієнт = 1).

За наведеними даними в табл. 2.5 ТОВ «Понінківської картонно-паперової фабрики – «Україна» має перевищення за двома параметрами: концентрацією марганцю і концентрацією заліза.

Проведемо порівняння екологічного податку до та після впровадження системи очистки.

ТОВ «ПКПФ – Україна» у I кварталі 2018 р. здійснило скиди у водний об'єкт: марганцю у розмірі 0,117 тони і заліза у розмірі 0,153 тони.

Ставки податку за скиди у водні об'єкти забруднюючих речовин, які не увійшли до п. 245.1 ПКУ та на які встановлено гранично допустиму концентрацію або орієнтовно безпечний рівень впливу (п. 245.2 ПКУ):

– понад 0,001 — 0,1 (включно) мг/л – 122347,23 грн/т (ГДК марганцю = 0,1 мг/л);

					03-51.2403.50.19	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– понад 0,1 — 1 (включно) мг/л – 21092,69 грн/т (ГДК заліза = 0,3 мг/л).

Таким чином, сума екологічного податку за 2018 р. становитиме:

$$P_c = (0,117 \cdot 122347,23 \cdot 1 + 0,153 \cdot 21092,69 \cdot 1) \cdot 4 = 70166,8 \text{ грн.}$$

Після впровадження системи очистки ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна» скиди у водний об'єкт будуть становити: марганцю у розмірі 0,012 тони і заліза у розмірі 0,02 тони.

Таким чином, сума екологічного податку становитиме:

$$P_c = (0,012 \cdot 122347,23 \cdot 1 + 0,02 \cdot 21092,69 \cdot 1) \cdot 4 = 7560,04 \text{ грн.}$$

Відповідно різниця плати за скид стічних вод у водний об'єкт до та після впровадження установки буде дорівнювати:

$$\Delta Z = 70166,8 - 7560,04 = 62606,76 \text{ грн.}$$

Компенсація збитків зменшилась на 62606,76 грн.

4.2 Еколого-економічна ефективність впровадження додаткового обладнання

Показник загальної економічної ефективності природоохоронних витрат використовують при обґрунтуванні структури й обсягів природоохоронних заходів (у тому числі будівництво природоохоронних об'єктів), і обсягів капітальних вкладень природоохоронного призначення [33].

Основне значення цей показник, а також чистий економічний ефект природоохоронних заходів мають для обґрунтування проектного рішення або об'єкта даного типу, і потужності.

Ефективність витрат визначають на всіх стадіях обґрунтування

					03-51.2403.50.19	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

природоохоронних заходів, а також при оцінці результатів виконання програмних завдань охорони природи й раціонального використання природних ресурсів певної території.

У сучасних умовах існує три підходи до визначення економічної ефективності природних затрат:

- на основі мінімізації приведених затрат (метод розрахунку порівняльної економічної ефективності);
- співставлення витрат із нормативним станом оточуючого природного середовища;
- співставлення затрат із вартісною оцінкою відвернених економічних збитків (розрахунок загальної економічної ефективності).

Перший підхід дає досить обмежене уявлення про дійсний еколого-економічний ефект, оскільки він використовується для порівняння різних варіантів природоохоронної діяльності та зразків природоохоронної технології, і оцінює власне техніко-екологічну ефективність.

Другий підхід використовує систему натуральних показників, що характеризують „нормативний стан природного середовища”. Тобто ефективність визначається на основі затрат, що необхідні для досягнення бажаного (визначеному нормативами) стану природного середовища.

Найбільш поширеним є третій підхід, який дозволяє шляхом співставлення затрат на природоохоронні заходи та результатів цих заходів досить повно врахувати соціально-економічні наслідки забруднення, глибше вивчити господарські витрати та збитки й, таким чином, реально оцінити економічну ефективність природоохоронної діяльності.

Економічний результат природоохоронних заходів (Р) визначається за величиною економічних збитків ($Y_{\text{пр}}$), та величиною додаткового доходу (ΔD):

$$P = Y_{\text{пр}} + \Delta D \quad (4.2)$$

де $Y_{\text{пр}}$ – величина попереднього економічного збитку, грн;

					03-51.2403.50.19	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Delta Д$ – річний приріст доходу /додатковий дохід/ внаслідок поліпшення виробничих досягнень, грн.

Величина попереднього економічного збитку:

$$Y_{\text{пр}} = \Delta П + \Delta З \quad (4.3)$$

Отже, $Y_{\text{пр}}$ буде дорівнювати:

$$Y_{\text{пр}} = 0 + 62606,76 = 62606,76 \text{ грн.}$$

Розраховуємо економічний результат природоохоронних заходів:

$$P = 62606,76 + 0 = 62606,76 \text{ грн.}$$

Річні витрати на здійснення природоохоронних заходів визначаються за формулою:

$$B = Q + E_n \cdot K, \quad (4.4)$$

де Q – експлуатаційні витрати, грн;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень (коефіцієнт дисконтування), $E_n = 0,15$,

K – одноразові капітальні вкладення, грн (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Витрати на нововведення

Витрати	Сума, грн.
Знезалізувач Multifilters MF-325-AIR	112465
Монтажні роботи	18369,75

$$B = 18369,75 + 0,15 \cdot 112465 = 35239,5 \text{ грн}$$

Розмір чистого економічного річного ефекту визначається за формулою:

$$E_n = B - P \quad (4.5)$$

$$E_n = 62606,76 - 35239,5 = 27367,26 \text{ грн}$$

Термін окупності впровадження екологічних заходів на даному підприємстві наступний:

$$T_{ок} = B / E_n = 35239,5 / 27367,26 = 1,28 \text{ років або 15 місяців.}$$

Висновки до розділу 4

1. Проект купівлі і введення нового обладнання для очистки стічних вод від марганцю та заліза є доцільним, тому що він максимізує чистий приведений дохід. Компенсація збитків зменшилась на 62606,76 грн.

2. Термін окупності впровадження екологічних заходів на даному підприємстві 15 місяців.

					03-51.2403.50.19	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

В дипломному проекті розглядається процес очистки стічних вод від картонно паперового виробництва. Основою проблематикою роботи очисної системи є посилення вимог не тільки до якості очищення води, а і підвищення рівня безпеки в робочому процесі, як найважливішого етапу технологічного процесу на промисловій зоні. Проектом розроблені заходи, що гарантують безпеку обслуговуючого персоналу в процесі експлуатації очисної системи, її ремонту, електромеханічних пристроїв та споруд у відповідності з Державними актами, що забезпечують виконання Закону України “ Про охорону праці”.

Шкідливі і небезпечні фактори при очистці стічних вод:

- наявністю апаратів і трубопроводів, що працюють під тиском;
- наявністю частин механізмів, що рухаються і обертаються;
- наявністю великого, вихрового, водяного потоку;
- застосуванням електричної енергії напругою 220, 380 В;
- розміщенням устаткування в складно-обслуговуваних місцях;
- наявністю вузлів перекачування при транспортуванні води між резервуарами (басейнами);
- небезпекою потрапляння в резервуари (басейни) де відбувається очистка;
- рівнем шуму вище за норму.

5.1 Безпека і експлуатація електромеханічного обладнання

5.1.1 Опис обладнання

В системах очистки використовують турбо-механізми, які приводяться в рух асинхронними короткозамкненими двигунами АІР280S4 потужністю 110 кВт. Двигун живиться від трифазної електричної мережі 0,4 кВ.

					<i>03-51.2403.50.19</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Науменко Д.П.</i>			<i>ОХОРОНА ПРАЦІ</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Козлов С.С.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Репін М.В.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Ткачук К.К.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
						62	7
					<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ</i>		

Підключення виконується кабельною лінією ВВГ 3·95 довжиною 20 м.

Також в наявності є насосні станції, які оснащені двигунами АІР180М2 потужністю 30 кВт. Двигуни живляться від мережі 0,4 кВ. Підключення виконується кабельною лінією ВВГ 3·95 довжиною від 30 до 60 м.

5.1.2 Електрозахисні засоби

Електрозахисні засоби - засоби, які призначені для захисту людей, що працюють з електроустановками від ураження електричним струмом, від дії електричної дуги і електромагнітного поля.

Електрозахисні засоби підрозділяються на основні та додаткові.

Основні електрозахисні засоби – це засоби, ізоляція яких довгочасно витримує робочу напругу електроустановок і які дозволяють доторкатися до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою.

Додаткові електрозахисні засоби – це засоби, які самостійно не забезпечують захист від ураження струмом, але застосовуються разом з основними електрозахисними засобами для збільшення захисного ефекту [34].

Основні електрозахисні засоби в електроустановках:

- ізолювальні і струмовимірювальні кліщі;
- покажчики напруги;
- діелектричні рукавиці;
- слюсарно - монтажний інструмент з ізолювальними ручками.

Додаткові електрозахисні засоби в електроустановках:

- діелектричні калоші;
- діелектричні килими;
- переносні заземлення;
- ізолювальні підставки;
- огорожувальні пристрої;
- плакати та знаки безпеки.

Вибір необхідних засобів захисту регламентується Правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів та іншими відповідними нормативно технічними документаціями.

5.2 Умови праці обслуговуючого персоналу

5.2.1 Розміщення обладнання

Очисні споруди розташовані на відкритій площадці. Так як очисні споруди складаються багатьох небезпечних зон, таких як, насосні станції, резервуари (басейни), відстійники. Границі безпечної зони розміщені на відстані 1.5-2 м від рухомого електро-механічного обладнання, та водо-містних басейнів, позначаються жовтою обмежувальною лінією та встановленими знімними обмежувачами. Також для якісного забезпечення безпеки двигуни насосів та турбо-механізмів, редуктори закриті кожухами, самі резервуари обнесені не знімними обмежувачами, що запобігають можливе навмисне та ненавмисне потрапляння осіб обслуговуючого персоналу в воду [35].

Апаратура управління та контролю за технологічним процесом встановлена в операторській, що знаходиться на відстані 10 м від самої очисної споруди. Все обладнання розміщене в спеціалізованих боксах, що обладнані внутрішнім додатковим освітленням, задля якісного і безпечного ремонту під час аварійних ситуацій. Загалом, структура управління очисної системи розроблена таким чином, щоб знизити кількість робочого, або обслуговуючого персоналу в самій зоні очисної системи. Завдяки цьому зменшено можливість виникнення непередбачуваних ситуацій до мінімуму.

5.2.2 Мікроклімат

При обслуговуванні очисної системи, оператор установки знаходиться в операторській. Санітарно-гігієнічне нормування умов мікроклімату здійснюється за ДСН 3.3.6.042199, які встановлюють оптимальні і допустимі параметри

					03-51.2403.50.19	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мікроклімату залежно від загальних енерговитрат організму при виконанні робіт і періоду року. За загальними затратами організму на виконання робіт відповідно нормативу виділяють три категорії робіт. Працівник виконує роботи середньої важкості, що відноситься до Пб категорії робіт.

Оптимальні та фактичні метеорологічні умови в операторській для середньої важкості робіт приведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Оптимальні та фактичні метеорологічні умови в операторській

Умови праці	Період року	Температура повітря, °C	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Оптимальні	Холодний	17-19	60-40	0.2
	Теплий	20-22	60-40	0.3
Фактичні	Холодний	18-19	60-40	0.1
	Теплий	20-21	60-40	0.2

З представленої таблиці видно, що фактичні метеорологічні умови задовольняють допустимим нормам ДСН 3.3.6.042-99.

На робочому місці оператора будуть наступні шкідливі та небезпечні виробничі фактори:

- вібрація;
- шум;
- погане освітлення.

Варто розглянути кожен фактор окремо.

Вібрація. Це механічні коливання пружних тіл або коливальні рухи механічних систем. Для людини вібрація є видом механічного впливу, який має негативні наслідки для організму. Вібрація, що діє на людину, має широкий діапазон – від десятих часток до декількох тисяч Гц. Характерними рисами шкідливого впливу вібрації на людину є можливі зміни у функціональному стані: підвищена втома, збільшення часу моторної реакції, порушення вестибулярної реакції.

Працівник що знаходиться на робочому місці в операторській захищений від вібрації, так як, саме приміщення знаходиться на відстані 10 м від виробничих установок.

Шум. Джерелом шуму є механічні та фізико-хімічні способи очищення. Рівень шуму $L = 90 - 100$ дБА. Захист від шуму досягається розробкою шумобезпечної техніки, застосуванням засобів і методів індивідуального і колективного захисту, будівельно-акустичними методами.

Засоби колективного захисту діляться стосовно джерела шуму:

- понижуючі шум у джерелі виникнення (найбільше ефективно);
- понижуючі шум на шляхах його поширення.

Основними засобами індивідуального захисту:

- навушники;
- вушні вклади;
- шоломофони;
- каски.

Рівень шуму на робочих місцях виробництва паперу не перевищує допустимих значень, відповідно до ДСН 3.3.6.037-99.

Освітленість. Залежно від джерел світла освітлення може бути природним, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу; штучним, що створюється електричними джерелами світла, та суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним. Для освітлення очисного цеху використовують прожектори ПКІ потужністю 1000 Вт, світловий потік 22000 Лм, висота встановлення прожектора 15 м. Для освітлення операторської використовуються промислові світильники LED 72WIP65, модель VL-72W-1200-IP65 потужністю 72 Вт, світловий потік 6040 Лм, відстань між світильниками прийнята 1.5 м, загальною освітленістю 755 Лк.

За нормативними значеннями освітлення, для працівників що виконують роботи високої точності необхідне штучне освітлення 2000 – 400 Лк при комбінованому, та 500 – 200 Лк при загальному. Отже, рівень освітлення в операторській відповідає нормам ДБН В.2.5-28-2006.

					03-51.2403.50.19	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3 Пожежна безпека

5.3.1 Причини пожежі

В операторській при короткому замиканні може відбутися загорання кабелів, з виділенням диму та отруйних речовин [36].

Відстань від самого віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу – 5 м. Всі виходи з приміщень показані на планах евакуації при аварійних ситуаціях. Проводиться систематичний огляд робочих приміщень пожежно-технічною комісією, головою комісії виступає головний інженер або спеціально призначена особа.

Основними причинами виникнення пожежі можуть бути:

1. Порушення елементарних правил пожежної безпеки.
2. Несправність електроустаткування, електромереж.
3. Порушення електротехнічних правил.
4. Самозагоряння матеріалу, або на копичення пилу та газів.

5.3.2 Засоби пожежогасіння

Для здійснення безпеки обслуговуючого персоналу при експлуатації технічних засобів автоматичної пожежної сигналізації і виконанні ремонтних робіт передбачено:

- використання пожежних сповіщувачів згідно з умовами їх експлуатації;
- відсутність радіоізотопних сповіщувачів;
- гучномовне оповіщення персоналу про пожежу;
- об'єктові світлозвукове оповіщення персоналу про пожежу.

Для гасіння електропроводок і електроустаткування під напругою передбачені порошкові вогнегасники ОПС – 10, також присутні вуглекислотні вогнегасники ОУ – 5. Приміщення операторської обладнане електричною системою. Датчики – сповіщальні типу ДЛТ з'єднані з приймальною станцією по

					03-51.2403.50.19	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

променевій системі. При підвищенні температури легкозаймистий шар, що з'єднує кінці двох пружних дротів, розплавляється, розривається електричний ланцюг і спрацьовує сигналізація. Також в операторській передбачений прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною підприємства.

Біля площадки, де розміщена очисна система, розміщено пожежний щит оснащений первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, лопата, ящик з піском, багор, відро). Засоби пожежогасіння повинні відповідати вимогам "Інструкції по утриманню та застосуванню засобів пожежогасіння на підприємствах".

					03-51.2403.50.19	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано діяльність підприємства ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна» та встановлено, що для виготовлення продукції, підприємство використовує вторинну сировину – макулатуру.

2. Проаналізовано джерела забруднення водойм від промислових вод підприємства.

3. Використовуючи одновимірну математичну модель трансформації й перенесення забруднюючих речовин, встановлено перевищення ГДК марганцю на відстані 10 км від місця скидання стічних вод більше ніж в 2,5 рази. Доведено необхідність встановлення очисного обладнання та прийняття науково-обґрунтованих рішень, щодо подолання кризової екологічної ситуації в річках Хомора та Случ.

4. Розглянуто систему очистки стічних вод, виявлено недоліки та запропоновано встановити додаткову установку для очищення від марганцю та заліза фільтра-знезалізувача Multifilters MF-325-AIR.

5. Проект купівлі і введення нового обладнання для очистки стічних вод від марганцю та заліза є доцільним, тому що він максимізує чистий приведений дохід.

6. Термін окупності впровадження екологічних заходів на даному підприємстві 15 місяців.

					03-51.2403.50.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Науменко Д.П.						
Перевір.		Гребенюк Т.В.					69	1
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ		
Н. Контр.		Репін М.В.						
Затверд.		Ткачук К.К.						

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ПКПФ-Україна URL: <http://pkpf.com.ua> (дата звернення: 15.04.2019).
2. Держекоінспекція URL: <https://menr.gov.ua> (дата звернення: 20.04.2019).
3. Бучинський І. Е. Клімат України в минулому, теперішньому і майбутньому. Київ, 2013. 234 с.
4. Неволін О. І., Полубоярион Г. І. Технологія целюлозно-паперового виробництва. Сировина та виготовлення полуфабрикатів. Харків, 2002. 180 с.
5. Окунев В. С. Технология целюлозы: учеб. пособ. Москва: Издательство МГТУ им Н. Э. Баумана, 2011. 145 с.
6. Охріменко О. В., Вогнівенко Л. П., Біла Т. А. Методи переробки вторинної сировини. Таврійський науковий вісник. 2018. № 101. С. 214219.
7. Киевицкая А. И. Обработка древесины. Целюлоза: стенд «ЯЛІНА»: автореф. дис. на соискание науч. степ. д-ра ф.-м. наук: 01.04.16. Минск, 2017. 42 с.
8. Карнаухов І. М. Про технологічні процеси виробництва целюлозного підприємства. *Вісник НАН України*. 2014. Вип. 9. С. 23–28.
9. Непенін Н. Н., Непенін Ю. Н. Технологія целюлози: навч. посіб. Москва, 2006. 340 с.
10. Целюлозна промисловість: у 3 т. /глав. ред. Миллионщиков М. Д. Москва: Октябрь, 1962. Т. 13. 415 с.
11. Пинаев С. С. Исследование в обоснование применения макулатуры как сырья: дис. на соискание науч. степ. канд. тех. наук: 05.04.11. Нижний Новгород, 2002. 237 с.
12. Войцицький А. П. Техноекологія: навч. посіб. Київ, 2009. 500 с.
13. Жудро С. Г. Технологічне проектування целюлозно-паперових підприємств. Київ, 2000. 145 с.

					03-51.2403.50.19				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Науменко Д.П.			ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	Літ.		Арк.	Акрушів
Перевір.		Гребенюк Т.В.						70	3
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ			
Н. Контр.		Репін М.В.							
Затверд.		Ткачук К.К.							

14. Барбаш В. А. Потенціал не деревної рослинної сировини для виробництва паперу і картону. Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість URL:http://www.nbu.gov.ua/Portal/natural/lglpdp/2011_37-1/37-1-60.pdf (дата звернення: 31.05.2019).

15. Коваленко І. В., Перковська О. В. Дослідження фізико–механічних та теплофізичних властивостей вторинної сировини. Київ: НТУУ «КПІ», 2008. 21 с.

16. Новое в технологии отбелки. Целлюлоза. Бумага. Картон / за заг. ред. Непенін Ю. Н. Запоріжжя, 1996. 332 с.

17. Промисловість України: тенденції, проблеми, перспективи : монографія / Тарасова Н. В. та ін. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011. 320 с.

18. Naumenko D. P., Hrebenuk T. V. Impact of the pulp and paper industry on the quality of water bodies in Ukraine. *Science and technology of the XXI century*: наук.-практ. конф., м. Київ, 29 листопада 2018 р. Київ, 2018. С. 23–25.

19. Науменко Д. П., Гребенюк Т. В. Аналіз впливу целюлозно-паперової промисловості на стан водних об'єктів України. Енергетика. Екологія. Людина: наук.-практ. конф., Київ, 25 квітня 2018 р. Київ, 2018. С. 103– 106.

20. Черних В. П., Зіменковський Б. С., Гриценко І. С. Органічна хімія: навч. посіб. Київ, 2008. 205 с.

21. Гребенюк Т. В., Броницький В. О., Науменко Д. П. Математичне моделювання перенесення марганцю у водному середовищі на прикладі річок Хомора і Случ. *Екологічні науки*. 2018. № 22. С. 88-100.

22. Азаров В. І., Буров А. В., Оболенська А. В. Хімія деревини і синтетичних полімерів: навч. посіб. Київ, 1999. 164 с.

23. Максимов В. Ф. Очистка та рекуперація промислових скидів целюлозно-паперового виробництва: монографія. Запоріжжя, 1970. 90 с.

24. Жуков А. И. Методы очистки производственных сточных вод: навч. посіб. 2-ге вид., перероб. та доп. Київ : ЦУЛ, 1977. 173 с.

25. Родионов А. И. Технологические процессы экологической безопасности: монография. Калуга, 2000. 245 с.

26. Ксенофонов Б. С. Флотационная очистка сточных вод. – 2003.

					03-51.2403.50.19	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

27. Нікольський М. Вдосконалення методів очищення стічних вод: дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук: 05.14.14. Одеса, 2015. 242 с.
28. Биологическая очистка. Аэротенки: підручник / Исаева А. М. та ін. Пенза, 2004. 264 с.
29. Тимонин А. С. Инженерно-экологический справочник : навч. посіб. 2-ге вид., перероб. та доп. Калуга, 2003. 183 с.
30. Промисловий знезалізувач Multifilters MF-325-AIR URL: <https://multifilters.pl> (дата звернення: 20.05.2019).
31. Фільтр для видалення заліза і марганцю ECOSOFT FPB 1665 CT URL: <https://ziko.com.ua> (дата звернення: 19.05.2019).
32. Податковий кодекс України URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 01.06.2019).
33. Державна фіскальна служба України URL: <http://sfs.gov.ua> (дата звернення: 01.06.2019).
34. Козлов С. С. Конспект лекцій з дисципліни основи охорони праці для підготовки студентів "ІЕЕ" за освітньо-кваліфікаційним рівнем "Бакалавр": навч. посіб. Київ, 2013. 56 с.
35. Ткачук К. Н., Халімовський М. О. Основи охорони праці: навч. посіб. Київ, 2006. 113 с.
36. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: навч. посіб. Львів, 2000. 78 с.

					03-51.2403.50.19	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Характеристика стічних вод сульфатцелюлозного виробництва

Цех	Норма водовідведення, м ³ /т целюлози або побічного продукту	Показник якості					
		Змулені речовини, мг/дм ³		Кольоровість, град, ПКШ	рН	Залишок, мг/дм ³	
		Всього	Волокно			Сухий	Прожарений
Варильний у разі виробництва невідбіленої целюлози:							
з виходом 46%	26,5	130	100	2000	10,5	2500	850
з виходом 53%	12,2	445	370	2000	9,5	4500	2900
з виходом 56%	26,8	130	100	2000	10,0	2000	650
Відбілювальний:							
ступінь хлорування	31,5 - 33	30	30	5000	1,5 – 2,0	5800	3700
ступінь лугування	14 – 16,5	30	30	18000	7,5 – 8,0	5000 - 5650	2270 - 2950
Сортування відбіленої целюлози	10	290	30	100 - 150	4,5	590	470
Варильний (конденсати)	1,3	-	-	-	10,0	-	-
Сушильний	11,5	75 - 170	50 - 155	100 - 750	4,5 – 9,0	520 - 1630	410 - 550
Побічних продуктів:							
розкладання сульфатного мила	1,2	300	-	-	5,0	200000	18500
ректифікація талової олії	22	100	-	-	6,5	200	100
ректифікація сульфатного скипидару	83	65	-	-	9,0	2200	1300

ОЗ-51.2403.50.19

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

03-51.2403.50.19

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Характеристика стічних вод виробництва сульфітної целюлози

Цех	Норма водовідведення, м ³ /т целюлози	Показник якості						
		Змулені речовини, мг/дм ³		рН	Залишок, мг/дм ³		БСК ₅ , мг/дм ³	ХСК, мг/дм ³
		Всього	Волокно		Сухий	Прожарений		
Варильний у разі виробництва невідбіленої целюлози: з виходом 48% з виходом 50%	134,0	150	100	3,5	3100	1500	235	1750
	70,3	105	100	3,5	1750	400	350	2350
Відбілювальний:								
ступінь хлорування	33,7	30	30	2,0	2900	1300	120	1200
ступінь лугування	19,3	30	30	10,0	5650	3500	300	1850
Сортування відбіленої целюлози	10,0	290	265	4,5	940	490	50	280
Сушильний	11,0 – 11,5	75	75	6,0	2300	500	900	3150

ОЗ-51.2403.50.19

ДОДАТОК В

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ НА ТЕМУ:
«ВІДБІЛЮВАЛЬНИЙ ЦЕХ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ
ВОД ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ПІДПРИЄМСТВА»



Метою дипломного проекту є удосконалення існуючої системи очистки стічних вод на ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна» із зниженням вмісту шкідливих речовин.

Для досягнення мети поставлені задачі:

- аналіз технологічного процесу виробництва паперу (картону) на целюлозно-паперовому підприємстві;
- дослідження забруднюючих речовин;
- аналіз можливих методів очистки з метою удосконалення існуючої системи очистки на підприємстві.

Об'єктом дослідження є процес забруднення стічних вод целюлозно-паперового підприємства від виробництва паперу (картону).

Предметом дослідження є показники забруднення стічних вод целюлозно-паперової фабрики.

[illegible]

ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ (КАРТОНУ) НА ТОВ «ПОНІНКІВСЬКА КАРТОНО-ПАПЕРОВА ФАБРИКА – УКРАЇНА»



03-51.2403.50.19

ПРОДОВЖЕННЯ
ДОДАТКУ В

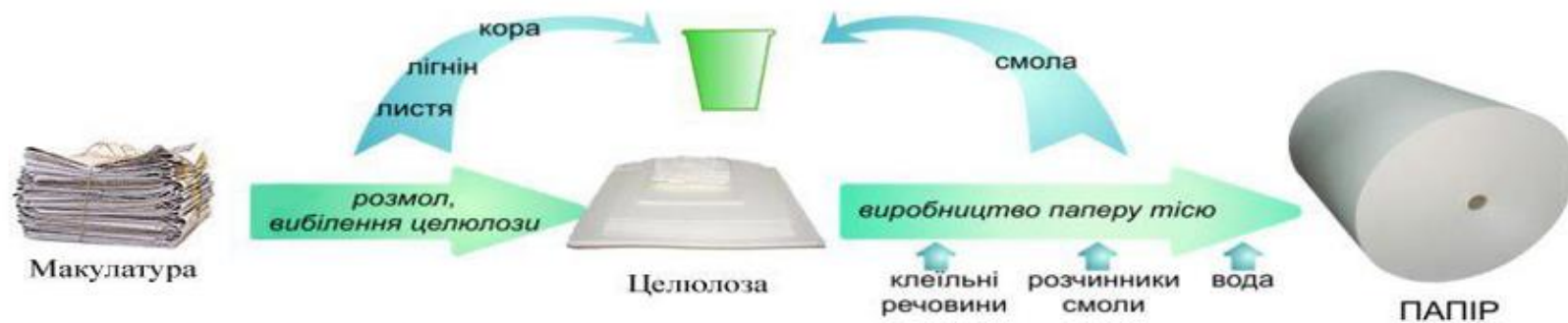
КПІ ім. Ізоря
Сікорського, ІЕЕ

Лим.	Арк.	Аккумулятив
------	------	-------------

77

7

ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ (КАРТОНУ) НА ТОВ «ПОНІНКІВСЬКА КАРТОНО-ПАПЕРОВА ФАБРИКА – УКРАЇНА»



03-51.2403.50.19

ПРОДОВЖЕННЯ
ДОДАТКУ В

*Клиім. Ізоря
Сікорського, ІЕЕ*

Лит.	Арк.	Аккрычис
------	------	----------

[illegible]

Клиш. Игорь

ПОКАЗНИКИ ЗАБРУДНЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАПЕРУ (КАРТОНУ)

Назва створу	Дата відбору	Температура °C	Запах бал	Прозорість бал	Розчинлисе нь мг/дм ³	pH	ХСК мг/дм ³	БСК-5 мг/дм ³	Залізо мг/дм ³	Марганець мг/дм ³
ГДК за Сан Пин №4630-88			2	>20	>4	6,5-8,5	15	2,26	0,3	0,1
Створ 1 р. Хомора, ліва притока р. Случ, 7км від гирла, межа Житомирської та Хмельницької областей	19.04.2018	14	5	19	0,16	7,76	43,97	6,12	0,550	0,441
	26.04.2018	10	5	17	1,44	7,72	48,64	6,16	0,625	0,580
	11.05.2018	17	5	16	0,16	7,68	78,18	9,12	0,725	0,603
Створ 2 р. Хомора, 4 км від гирла, смт Першотравенськ	19.04.2018	15	5	17	1,04	7,29	62,28	8,16	0,850	0,580
	26.04.2018	10	5	15	2,64	7,68	56,32	7,44	0,658	0,650
	11.05.2018	17	5	13	1,04	7,67	80,88	9,44	0,725	0,510

ОЗ-51.2403.50.19

ПРОДОВЖЕННЯ
ДОДАТКУ В

КПІ ім. Ігоря
Сікорського, ІЕЕ

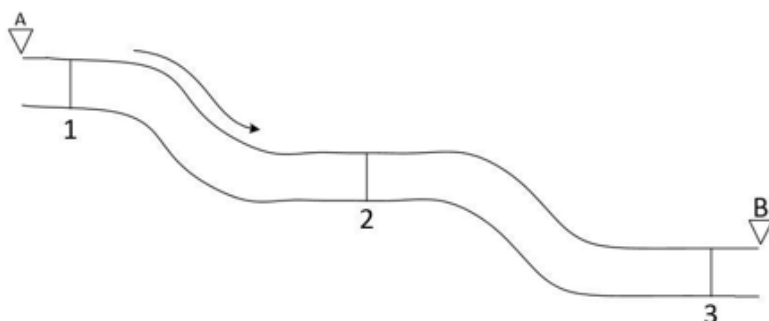
Змін.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
Розроб.	Науменко Д.П.			
Перевір.	Гребенюк Т.В.			
Реценз.				
Н. Контр.	Регін М.В.			
Затверд.	Ткачук К.К.			

Літ. Арк. Акруція

79

1

АНАЛІЗ ПЕРЕНЕСЕННЯ МАРГАНЦЮ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ НА ПРИКЛАДІ РІЧОК ХОМОРА ТА СЛУЧ

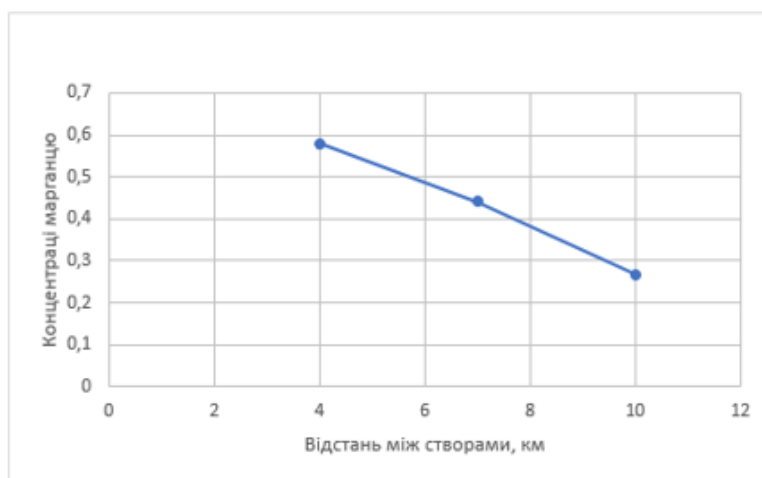


$$a_{-1}U_{k-1,n} + a_0U_{k,n} + a_1U_{k+1,n} = b_0U_{k,n} + b_1U_{k-1,n}$$

$$a_1U_{k+1,n} = b_0U_{k,n} + b_1U_{k-1,n} - a_{-1}U_{k-1,n} - a_0U_{k,n}$$

$$U_{k+1,n} = \frac{b_0U_{k,n} + b_1U_{k-1,n} - a_{-1}U_{k-1,n} - a_0U_{k,n}}{a_1}$$

$$U_{k+1,n} = 0,267 \text{ мг/дм}^3 - \text{концентрація марганцю у точці 3}$$



ОЗ-51.2403.50.19

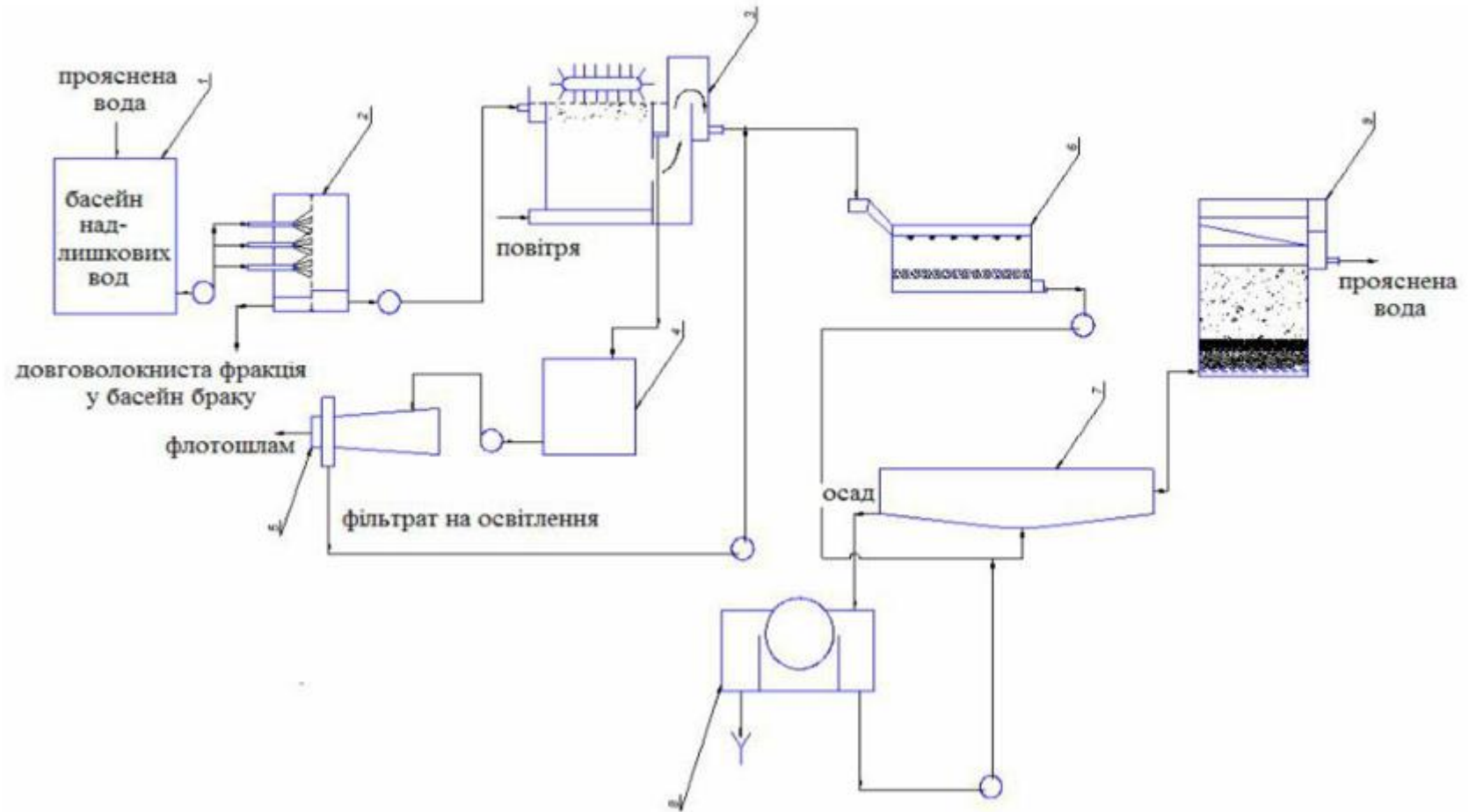
ПРОДОВЖЕННЯ
ДОДАТКУ В

Літ.	Арк.	Акручів
	80	1

КШ ім. Георгія
Сікорського, ІЕЕ

Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата
Розроб.	Науменко Д.П.			
Перевір.	Гребенюк Т.В.			
Реценз.				
Н. Контр.	Регін М.В.			
Затверд.	Ткачук К.К.			

МЕТОД ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД НА ТОВ «ПОНІНКІВСЬКА КАРТОНО-ПАПЕРОВА ФАБРИКА – УКРАЇНА»



ОЗ-51.2403.50.19

ПРОДОВЖЕННЯ
ДОДАТКУ В

Літ.	Арк.	Акривіє
	81	1

КШ ім. Ігоря
Сікорського, ІЕЕ

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Науменко Д.П.			
Перевір.	Гребенюк Т.В.			
Реценз.				
Н. Контр.	Регін М.В.			
Затверд.	Ткачук К.К.			

МЕТОД ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД НА ТОВ «ПОНІНКІВСЬКА КАРТОНО-
ПАПЕРОВА ФАБРИКА – УКРАЇНА»

[illegible]

ПРОПОЗИЦІЇ, ЩОДО МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД НА ТОВ «ПОНІНКІВСЬКА КАРТОНО-ПАПЕРОВА ФАБРИКА – УКРАЇНА»

Знезалізувач Multifilters MF-325-AIR



Фільтр ECOSOFT FPB 1665 СТ



03-51.2403.50.19

ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ В

Змін.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата
Розроб.	Науменко Д.П.			
Перевір.	Гребенюк Т.В.			
Реценз.				
Н. Контр.	Регін М.В.			
Затверд.	Ткачук К.К.			
Літ.				
Арк.				
83				
1				
КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ				

ПРОПОЗИЦІЇ, ЩОДО МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД НА ТОВ «ПОНІНКІВСЬКА КАРТОНО-ПАПЕРОВА ФАБРИКА – УКРАЇНА»

Показник	<u>Знезалізувач Multifilters MF-325-AIR</u>	Фільтр ECOSOFT FPB 1665 CT
Країна виробник	Польща	Україна
Продуктивність, м ³ /год	5,2	5
pH	6,2	6,8
Робочий тиск, бар	6	6
Вміст марганцю після очищення	0,1	0,05
Вміст заліза після очищення	0,2	0,1
Потужність	5 Вт	30 Вт
Електроспоживання	220 В	220 В
Ціна установки	112 465 грн	77 837 грн

03-51.2403.50.19

ПРОДОВЖЕННЯ
ДОДАТКУ В

Літ. Арк. Акруціє
84 1
КПІ ім. Ігоря
Сікорського, ІЕЕ

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Науменко Д.П.			
Перевір.	Гребенюк Т.В.			
Реценз.				
Н. Контр.	Регін М.В.			
Затверд.	Ткачук К.К.			

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНОГО ОЧИСНОГО ОБЛАДНАННЯ

Сума екологічного податку до впровадження нової системи очистки:

$$П_c = 70166,8 \text{ грн.}$$

Сума екологічного податку після впровадження нової системи очистки:

$$П_c = 7560,04 \text{ грн.}$$

Відповідно різниця плати за скид стічних вод у водний об'єкт до та після впровадження установки буде дорівнювати:

$$\Delta З = 70166,8 - 7560,04 = 62606,76 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати (монтажні роботи) складатимуть:

<u>Витрати</u>	Сума, грн.
<u>Знезалізувач Multifilters MF-325-AIR</u>	112465
<u>Монтажні роботи</u>	18369,75

Термін окупності впровадження екологічних заходів на даному підприємстві наступний:

$$T_{ок} = 1,28 \text{ років або } 15 \text{ місяців.}$$

ОЗ-51.2403.50.19

ПРОДОВЖЕННЯ
ДОДАТКУ В

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Науменко Д.П.		
Перевір.		Гребенюк Т.В.		
Реценз.				
Н. Контр.		Регін М.В.		
Затверд.		Ткачук К.К.		

Літ.	Арк.	Акрουςіє
	85	1

КПІ ім. Георгія
Сікорського, ІЕЕ

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано діяльність підприємства ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна» та виявлено забруднюючі речовини, які потрапляють із стічними водами у річку Хомора.
2. Проаналізовано джерела забруднення водойм від промислових вод підприємства та досліджено вплив марганцю на живі організми, що перевищує значення ГДК в 6 разів.
3. Розглянуто систему очистки стічних вод, виявлено недоліки та запропоновано встановити додаткову установку для очищення від марганцю та заліза фільтра-знезалізувача Multifilters MF-325-AIR.
4. Проведено еколого-економічний аналіз впровадження нової системи очистки стічних вод. Величина плати за скид у водний об'єкт до впровадження нової системи очищення – 70166,8 грн, після – 7560,04 грн. Термін окупності впровадження екологічних заходів на даному підприємстві – 15 місяців.

					03-51.2403.50.19		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Науменко Д.Л.					
Перевір.		Гребенюк Т.В.					
Реценз.							
Н. Контр.		Регін М.В.					
Затверд.		Ткачук К.К.					
ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ В							
					Літ.	Арк.	Акурише
						86	1